

Aus der Chirurgischen Tierklinik  
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

**Untersuchungen zur Hufform und zum Hufhornwachstum beim Esel  
(Equus asinus)**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doctor medicinae veterinariae (Dr. med. vet.)  
durch die Veterinärmedizinische Fakultät  
der Universität Leipzig

eingereicht von  
Andrea Vilsmeier  
aus Schongau

Leipzig, 2002

Mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

Dekan: Prof. Dr. med. vet. Gotthold Gäbel

Betreuer: Doz. Dr. med. vet. habil. Gerhard Prietz

Gutachter: Doz. Dr. med. vet. habil. Gerhard Prietz, Chirurgische Tierklinik,  
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

Prof. Dr. med. vet. Franz-Viktor Salomon, Veterinär-Anatomisches Institut,  
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

Prof. Dr. med. vet. Lutz Ferdinand Litzke, Chirurgische Veterinärklinik,  
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Gießen

Tag der Verteidigung: 14.09.2004

---

## **Inhaltsverzeichnis**

### **Abkürzungen und Definitionen**

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>3</b>
2.1	Der Esel: Abstammung, Domestikation und Verbreitung	3
2.2	Anatomischer und histologischer Aufbau des Hufes von Equiden	7
2.2.1	Makroskopische Anatomie des Hufes	7
2.2.2	Histologischer Aufbau des Hufes	13
2.3	Eigenschaften des Hufes von Equiden	14
2.4	Chemische Zusammensetzung von Hufhorn	16
2.5	Hufhornqualität	17
2.6	Wachstum von Hufhorn	19
2.7	Abnutzung von Hufhorn	24
2.8	Hufform und Hufpflege	26
2.9	Methoden der Hufmessung	28
<b>3.</b>	<b>Eigene Untersuchungen</b>	<b>33</b>
3.1	Untersuchungsmaterial	33
3.1.1	Probanden	33
3.1.2	Haltungs- und Fütterungsbedingungen	34
3.2	Methoden	34
3.2.1	Durchführung der Messungen und Datenerhebung	34
3.2.2	Messung der Winkel der Hufwand	36

---

---

3.2.3	Messung der Längen der Hufwand	37
3.2.4	Messung der Umfänge des Hufes	38
3.2.5	Messung der Durchmesser des Hufes	39
3.2.6	Messung des Hufhornwachstums	39
3.3	Statistische Auswertung	40
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>41</b>
4.1	Absolute Hufmaße	41
4.1.1	Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen Vorder- und Hinterhufen	43
4.1.2	Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln	44
4.1.2.1	Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln am Vorderhuf	44
4.1.2.2	Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln am Hinterhuf	46
4.1.2.3	Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln- Verhältnis Trageranddurchmesser zu Krondurchmesser	48
4.1.3	Vergleich zwischen Sommer und Winter	48
4.2	Änderung der gemessenen Parameter pro Zeitintervall (28 Tage)	49
4.2.1	Vergleich der Änderungen zwischen Vorder- und Hinterhufen	49
4.2.2	Vergleich der Änderungen zwischen jüngeren und älteren Eseln	51
4.2.3	Vergleich der Änderungen zwischen Sommer und Winter	51
4.2.4	Vergleich der Änderungen zwischen 1. Intervall und 2. Intervall	51
4.3	Hufhornwachstum	52
4.4	Berechnete Parameter	52
4.4.1	Abnutzung des Hufhorns	52
4.4.2	Verhältnis von Vorderwandlänge zu Trachtenwandlänge	53
4.4.3	Huferneuerungszeit	54
4.5	Eselfohlen und Jährling	54

---

---

<b>5.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>57</b>
5.1	Hufform	57
5.2	Änderung der gemessenen Parameter	64
5.3	Hufhornwachstum	64
5.4	Abnutzung des Hufhorns	65
5.5	Verhältnis der Vorderwandlänge zur Trachtenwandlänge	65
5.6	Huferneuerungszeit	66
5.7	Eselfohlen und Jährling als Einzelfälle	67
5.8	Hufpflege	69
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>71</b>
<b>7.</b>	<b>Summary</b>	<b>73</b>
<b>8.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>75</b>

## **Anhang**

---

---

## Abkürzungen und Definitionen

VWW	Vorderwandwinkel
SWWM	Seitenwandwinkel medial
SWWL	Seitenwandwinkel lateral
TWWM	Trachtenwandwinkel medial
TWWL	Trachtenwandwinkel lateral
VWL	Vorderwandlänge
SWLM	Seitenwandlänge medial
SWLL	Seitenwandlänge lateral
TWLM	Trachtenwandlänge medial
TWLL	Trachtenwandlänge lateral
TU	Tragerandumfang
KU	Kronumfang
TD	Trageranddurchmesser
KD	Krondurchmesser
HWV	Hufhornwachstum der Vorderwand
HWM	Hufhornwachstum der medialen Seitenwand
HWL	Hufhornwachstum der lateralen Seitenwand
HAV	Hufhornabrieb der Vorderwand
HAM	Hufhornabrieb der medialen Seitenwand
HAL	Hufhornabrieb der lateralen Seitenwand
VH	Vorderhuf
HH	Hinterhuf
ALT	„ältere Esel“ (Probanden 1,2,3,4,5)
JUNG	„jüngere Esel“ (Probanden 6,7,8)
SO	„Sommer“ (Monate April-Oktober)
WI	„Winter“ (Monate November-März)
„1.“	1. Intervall
„2.“	2. Intervall
N	Anzahl der Messungen
p	Signifikanz

---

---

## 1. Einleitung

Der Esel (*Equus asinus*) ist eines der ältesten Haustiere, das der Mensch in seinen Dienst nahm. Noch heute hilft er die Existenz vieler Völker in großen Teilen Asiens, Afrikas, Mittel- und Südamerikas sowie in Südeuropa zu sichern, indem er als Lastenträger oder im landwirtschaftlichen Gespann eingesetzt wird. In den sogenannten reichen Ländern hingegen haben sich bis heute die Beziehungen zwischen dem Menschen und dem Zug- oder Tragtier grundsätzlich verändert. Die Haltung von Esel, Pferd oder Maultier bzw. Maulesel wird nicht mehr von ökonomischen, militärischen oder technischen Gesichtspunkten bestimmt, stattdessen werden zahlreiche Esel als Freizeittiere oder aus sportlichen Interessen gehalten (FLADE 2000).

Unabhängig von der jeweiligen Motivation für die Haltung von Eseln ist für die Gesunderhaltung und die bestmögliche Nutzung dieser Tiere eine sachgerechte Haltung unbedingt notwendig. Ein wichtiger Faktor ist dabei die Hufgesundheit. Nach DIETZ et al. (1999) sind beim Pferd über 90% aller Lahmheitsursachen im Bereich von Karpus bzw. Tarsus und distal davon zu suchen. Für den Esel gilt nach MORRIS (1989) sogar, dass in 90% der Fälle die Lahmheit direkt auf den Huf zurückzuführen ist. Dies unterstreicht augenfällig die Bedeutung, welche einer Gesunderhaltung der Hufe zukommt.

Eine Besonderheit des Esels ist die sehr hohe tiereigene Schmerztoleranz, wodurch es besonders bei Huferkrankungen zu großen Problemen kommen kann, da die Tiere trotz hochgradiger Erkrankungen oft nur geringgradige Lahmheiten zeigen (KONRAD 1996). Umso mehr sind deshalb umsichtige Hufpflegemaßnahmen erforderlich, um eine Entstehung von Lahmheiten zu minimieren (REILLY 1997).

Für die Spezies Pferd existieren zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen zur Hufform, zum Hufhornwachstum sowie zur Hufhornqualität, wobei auch verschiedene darauf Einfluss nehmende Gesichtspunkte wie z.B. Fütterung, Haltungsbedingungen oder Vererbbarkeit beleuchtet werden. Entsprechende Erkenntnisse, die sich auf den Huf des Esels beziehen, liegen nicht annähernd im gleichen Maße vor.

---

Durch die vorliegende Arbeit sollen genauere Daten und Erfahrungen zur Hufform und zum Hufhornwachstum beim Esel gewonnen werden, so dass es Eselhaltern, Tierärzten und Hufschmieden möglich wird, detaillierter auf die Bedürfnisse eines Eselhufes einzugehen.



---

## 2. Literaturübersicht

### 2.1 Der Hausesel: Abstammung, Domestikation und Verbreitung

Die Esel gehören neben Zebras, Halbeseln und Pferden zur Familie der Equiden, welche unter den Unpaarhufern die größte Spezialisierung erfahren haben. Die früheste Form der Equiden trat vor etwa 55 bis 38 Millionen Jahren in Erscheinung (MARCON und MONGINI 1993).

Im Gegensatz zu den Halbeseln sind die echten Esel rein afrikanischen Ursprungs. Bis in die Römerzeit existierten vermutlich drei wildlebende Unterarten: Eine in Nordwestafrika, die heute ausgestorben ist, eine in Nordostafrika (*Equus asinus africanus*) sowie der Somali-Wildesel (*Equus asinus somaliensis*) (ZEUNER 1967).

Die domestizierte Form des Esels wird nach LINNÉ (1758, zitiert nach BREHM 1983) als *Equus asinus asinus* bezeichnet und ist in der Hauptsache auf den aus Nordostafrika stammenden Nubischen Wildesel (*Equus asinus africanus*) zurückzuführen (BOETTGER 1958; ZEUNER 1967; DENZAU und DENZAU 1999).

BRENTJES (1975) gibt an, dass bereits im siebten bis sechsten Jahrtausend v. Chr. eine Domestikation des Esels in Nordafrika stattgefunden haben muss. Vermutlich erfolgte die Domestikation durch die Halbnomaden in den nordafrikanischen Steppen. Nach BOETTGER (1958) gab es erste Hinweise auf ein Vorhandensein von domestizierten Eseln erst in der Mitte des vierten Jahrtausends v. Chr. Die wahrscheinlich älteste Darstellung von Hauseseln ist auf einer Schieferplatte aus der zweiten Hälfte des vierten Jahrtausends v. Chr. zu finden (BOETTGER 1958; DENZAU und DENZAU 1999). Ursprünglich nutzte man den Hausesel überwiegend als Transportmittel in der ägyptischen Landwirtschaft, aber er fand auch als Dreschtier auf der Tenne und als Reittier Verwendung (BOETTGER 1958; BRENTJES 1975). Für HERRE und RÖHRS (1973) stellt Südostägypten im Heimatbereich des Wildesels einen sehr wichtigen kulturhistorischen Knotenpunkt dar, denn hier erfolgte dessen Domestikation und der Hausesel wurde zum Lastträger. Er bezeichnet es als kulturgeschichtliches Phänomen, dass der Esel diese Bedeutung als Diener der Menschheit bis heute behalten hat.

---

Im weiteren geschichtlichen Verlauf gelangte der Esel im Rahmen von Handel und Kriegszügen nach Vorderasien. Dies geschah wahrscheinlich im dritten Jahrtausend v. Chr. (BOETTGER 1958), spätestens aber im zweiten Jahrtausend v. Chr. mit dem Heer der Hethiter (BRENTJES 1975). Während der Antike war der Hausesel auch in den Kulturländern des Mediterrangebietes zu finden, wo er große Wertschätzung fand. Es kam zu einer weiteren Verbreitung über Europa, allerdings erlangte der Esel hier nicht diese starke Bedeutung wie bei den Griechen, Phöniziern und Römern. Über Südarabien und Indien breitete er sich bis zum Malaysischen Archipel und in die Mongolei aus. Schließlich wurde der Esel im Rahmen der europäischen Kolonisation auch in überseeische Gebiete gebracht und gelangte so nach Amerika und seltener auch nach Australien (BOETTGER 1958).

Heute sind die meisten Esel in Entwicklungsländern zu finden, wo sie gut an die klimatischen Verhältnisse angepasst sind und zum großen Teil als Arbeitstiere genutzt werden. Nach einer Studie von STARKEY und STARKEY (1997) gibt es weltweit etwa 44 Millionen Esel, davon werden 47% in Asien und 30% in Afrika gehalten mit steigender Tendenz. In West- und Osteuropa hingegen beläuft sich die Anzahl der Esel auf insgesamt 2% der Welteselpopulation.

Bei Eseln findet im Gegensatz zu anderen Haussäugetieren kaum eine planmäßige Züchtung statt, sondern man wählt die Tiere höchstens nach pauschalen Gesichtspunkten zur Paarung aus. In zahlreichen Ländern, die den Esel noch als Produktionsmittel nutzen, ist selbst dies nicht der Fall (FLADE 2000). Auch SAMBRAUS (2001) beschreibt, dass in der Vergangenheit eine Selektion der Esel auf bestimmte Merkmale nur in einigen Gegenden der Erde stattfand, wodurch es zu einer großen Vielfalt in der Eselzucht kam.

In den traditionellen südlichen Haltungsgebieten wie Afrika oder Asien ist der Hausesel bis auf Ausnahmegruppen wildfarben. Es sind aber bereits seit vielen Jahren auch weiße oder gescheckte Esel bekannt. Besonders im Freizeitbereich ist heute eine deutliche Farbenvielfalt zu beobachten, wobei die meisten Farbnuancierungen eine Hell- oder Dunkelabweichung von der ursprünglichen Wildfärbung und -zeichnung sind. Diese Wildzeichnung besteht aus Aalstrich, Schulterkreuz, Querstreifung an den Extremitäten, hellem Unterbauch sowie hellen Schenkelinnenseiten, Maulring und Augenringen

---

(FLADE 2000). Weiße Esel besitzen oft kein Schulterkreuz und bei Schecken ist die typische Schulterzeichnung meist nur im pigmentierten Bereich des Fells zu finden (MORRIS 1989).

Entsprechend ihrer Herkunft lassen sich nach FLADE (2000) drei Hauptgruppen des Hausesels unterscheiden:

1. Afrikanische Esel, Esel der Mittelmeerinseln und der an das Mittelmeer grenzenden Länder
2. Somali-Esel, ägyptische, arabische und spanische Esel
3. Europäische Esel (dazu gehören der Leonés-Zamorano-Esel, der Poitou-Esel und der Katalanische Esel)

Insgesamt haben sich zahlreiche territorial gebundene Populationen entwickelt, die teilweise keiner bestimmten Gruppe mehr zuzuordnen sind. BECZE (1955, zitiert nach FLADE 2000) hat deshalb eine Ordnung und Klassifizierung der Esel nach ihrer Größe vorgenommen.

<i><b>Größenbezeichnung</b></i>	<i><b>Widerristhöhe in cm</b></i>
<i><b>KLEIN</b></i>	Unter 100 cm
<i><b>MITTELGROSS</b></i>	100- 120 cm
<i><b>GROSS</b></i>	120- 140 cm
<i><b>SEHR GROSS</b></i>	Über 140 cm ( auch bis 150 oder 160 cm)

Tab. 1:  
Klassifizierung der Esel  
nach BECZE (1955, zitiert nach FLADE 2000)

---

In Großbritannien werden die Esel von der Donkey Breed Society nach ihrer Widerristhöhe in bestimmte Standards eingeteilt, des weiteren sind bei dieser Einteilung aber auch Gestalt, Typ und Aussehen entscheidend (BORWICK 1994):

<i>Standard</i>	<i>Widerristhöhe in cm</i>
<i>MINIATURE</i>	Unter 91 cm
<i>SMALL</i>	91-103,6 cm
<i>LARGE</i>	103,6- 123 cm
<i>SPANISH</i>	Über 123 cm

Tab. 2: Esel-Standards der Donkey Breed Society

Der Esel stammt aus einem Gebiet, das sehr wasserarm ist und den Charakter einer Halbwüste trägt. Und obwohl sich der Esel über mehrere Hundert Jahre hinweg rund um die Mittelmeerküste verbreitet hat, hat er dennoch wenig von seiner speziellen Anpassung an das Wüstenleben verloren (FOWLER 1994).

Bedingt durch ihre Herkunft ist die Haltung von Eseln in trockenen, warmen Klimazonen äußerst anspruchslos. In mitteleuropäischen Gebieten mit nasskalten Witterungsverhältnissen hingegen ist ein wesentlich größerer Pflegeaufwand notwendig, um die entsprechend negativen Auswirkungen auf Wachstum, Entwicklung, Nutzungsfähigkeit und Lebensdauer der Esel zu kompensieren (FLADE 2000).

---

## **2.2 Anatomischer und histologischer Aufbau des Hufes von Equiden**

### **2.2.1 Makroskopische Anatomie des Hufes**

Ebenso wie das Pferd gehört der Esel zur Familie der Equiden und damit zur Ordnung der Perissodactyla, den Unpaarhufern (MICHLER 1996). Bei den Perissodactyla hat das Zehenendorgan eine sehr starke Modifikation erfahren.

Im folgenden wird stellvertretend für die Unpaarhufer der anatomische und histologische Aufbau des Hufes des Pferdes beschrieben. In Abbildung 1 (S. 12) werden in einem Medianschnitt durch den Pferdefuß die topographischen Bezüge der verschiedenen Bestandteile des Hufes dargestellt.

Nach NICKEL et al. (1996) ist der Huf das Produkt einer phylogenetisch bedingten Rückbildung vom Vierstrahler zum Einstrahler und zeichnet sich durch eine beachtliche Zunahme an Masse und Festigkeit aus. Als zentrale Teile des Hufes sind der distale Anteil des Kronbeins, das Hufbein, das Strahlbein, die Hufknorpel, die Bänder, die Beuge- und Strecksehnen und der Fußrollenschleimbeutel zu nennen. Diese Teile werden von der allgemeinen Decke überzogen, welche sich am Huf in Unterhaut (Tela subcutanea ungulae), Huflederhaut (Corium ungulae) sowie Oberhaut (Epidermis ungulae) gliedert. Huflederhaut und Oberhaut werden von BOLLINGER und GEYER (1992) zur eigentlichen Haut (Cutis) zusammengefasst. Da die Hautschichten in den verschiedenen Abschnitten des Hufes sehr variabel und kompliziert gebaut sind, wird er zur besseren Darstellung in folgende Segmente unterteilt (SALOMON 1987, NICKEL et al. 1996):

- Hufsaum, Limbus ungulae
- Hufkrone, Corona ungulae
- Hufwand, Paries ungulae
- Hufsohle, Solea ungulae
- Hufstrahl, Cuneus ungulae
- Hufballen, Torus ungulae

---

Jeder dieser Abschnitte umfasst die drei Schichten der Haut.

Den oben genannten zentralen Stützorganen liegt im Bereich des Hufes die Unterhaut dicht auf. An den Berührungsstellen mit Hufbein oder Hufknorpel wird sie zu deren Periost bzw. Perichondrium. Im Bereich von Saum, Krone, Strahl und Ballen bildet die Unterhaut durch Zunahme ihres Bindegewebes und unter Einschaltung von Baufettgewebe Polster bzw. Kissen (NICKEL et al. 1996). ELLENBERGER und BAUM (1974) und KRAHMER (1985) fassen die Polster im Bereich von Strahl und Ballen unter dem Begriff Hufkissen zusammen. Während die Polster des Saum- und Kronsegments die Aufgabe haben, einen sanften Übergang zwischen der weichen behaarten Haut und der stark verhornten Hufhaut herzustellen, dienen die Subcutispolster von Strahl und Ballen der Erweiterung der hinteren Hufpartien (BOLLINGER und GEYER 1992).

Die Huflederhaut lässt sich gemäß den verschiedenen Abschnitten des Hufes in Saum-, Kron-, Wand-, Sohlen-, Strahl- und Ballenlederhaut unterteilen. Diese sehr blut- und nervenreiche Schicht dient der Ernährung der Epidermiszellen, die fest mit ihr in Verbindung stehen. Durch die Huflederhaut wird eine Verbindung zwischen Hornschuh und Stützskelett geschaffen. Ihr Papillarkörper ist sehr kräftig entwickelt und trägt Zotten (Papillae) oder Blättchen (Lamellae) (SALOMON 1987, NICKEL et al. 1996). Während im Bereich von Saum-, Kron-, Sohlen-, Strahl- und Ballenlederhaut unterschiedlich lange Zotten vorhanden sind, die mit der epidermalen Hornschicht in Verbindung stehen, ist die Außenfläche der Wandlederhaut und der Eckstrebenbereich von feinen längsverlaufenden kapillarhaltigen Blättchen besetzt (LIEBICH 1993). Diese Blättchen erstrecken sich von der Krone bis zum Tragrand und nehmen zwischen sich die Hornblättchen der Epidermis auf. Am distalen freien Rand jedes Wandlederhautblättchens sind Terminalzotten vorhanden, dadurch erscheint der distale Rand der Lederhautblättchen wie „ausgefranst“ (WISSDORF et al. 1997). Die Oberfläche der Primärblättchen ist durch feine nicht verhornende Nebenblättchen oder Sekundärblättchen vergrößert, diese bedingen das gefiederte Aussehen der Lederhautblättchen, das für die Wandlederhaut der Equiden charakteristisch ist. Durch die Ausbildung der Sekundärblättchen und durch die weit proximal beginnenden

---

Wandlederhautblättchen ist am Huf eine sehr viel engere Verbindung zwischen Lederhaut und epidermale Hornschuh vorhanden als an den Zehenendorganen der Artiodaktylae, den Paarhufern (NICKEL et al. 1996). Untersuchungen von WILKENS (1964) und ROSSKOPF (1986) haben ergeben, dass die Wandlederhautblättchen der Klauen erst in deren distaler Hälfte vorhanden sind.

Die Hufoberhaut bildet in ihrer Gesamtheit den Hornschuh, sie besitzt keine Haare und mit Ausnahme des Ballenstrahlgebiets auch keine Drüsen (ELLENBERGER und BAUM 1974). Entsprechend zu den Lederhautabschnitten werden auch an der Hufepidermis die verschiedenen Segmente unterschieden. Hierbei wird die Horn- bzw. Hufsohle, bestehend aus Sohlenhorn, der Horn- bzw. Hufplatte gegenübergestellt, welche von Saum-, Kron- und Wandhorn gebildet wird. Die Hufplatte besteht somit aus drei Anteilen, die eine kontinuierliche Einheit bilden. Von außen nach innen sind folgende Schichten zu beschreiben (SALOMON 1987, NICKEL et al. 1996, WISSDORF et al. 1997):

1. Die Glasur- oder Deckschicht, Saumhorn, schützt den Huf vor Feuchtigkeitseinwirkung. Sie ist am Huf älterer Tiere stark abgenutzt bzw. fast verschwunden.
2. Die Mittel- oder Schutzschicht, Kronhorn, ist die stärkste und dickste Schicht der Hufplatte, weshalb sie von RUTHE (1997) auch als Hauptschicht bezeichnet wird. Sie besteht aus Röhrchen- und Zwischenröhrchenhorn und wächst vom Kronrand zum Tragrand hinunter.
3. Die Blättchen- oder Verbindungsschicht, Wandhorn, trägt die verhornenden Epidermisblättchen, welche die Zwischenräume der Lederhautblättchen ausfüllen. Die Epidermisblättchen tragen Nebenblättchen, die allerdings nicht verhornen. Durch diese Schicht werden die Innenteile des Hufes gewissermaßen im Hornschuh aufgehängt.

An der Hufplatte werden nach NICKEL et al. (1996) eine Innen- und eine Außenfläche unterschieden, die weiter in Rückenteil, Seitenteil und Trachten zu untergliedern ist. Des weiteren ist der Kronrand und der Tragrand sowie der Eckstrebenwinkel und die Eckstrebe an der Hufplatte zu differenzieren. Der Rückenteil wird von manchen

---

Autoren auch als Zehenwand bezeichnet (MÖLLER 1922 b, RUTHE 1997). MÖLLER (1922 b) gibt an, dass die Eckstreben dazu bestimmt sind, die Weitenverhältnisse an den hinteren Abschnitten des Hufes, den Trachten, zu regeln, d.h. zu verhindern, dass diese weder zu weit noch zu eng werden.

Die Hufsohle fügt sich zwischen Hufplatte, Eckstreben und Hornstrahl ein und ihre Außenfläche ist zum Hufbein hin gewölbt, dadurch hat das Sohlenhorn auf harten Böden nur wenig Bodenberührung. Im Unterschied dazu besitzt die Klaue der Wiederkäuer eine ebene Sohlenfläche und es kommt zu einem intensiven Bodenkontakt (SALOMON 1987, NICKEL et al.1996).

Nach den NAV-NH (1983) werden an der Hornsohle folgende Abschnitte unterschieden:

- Corpus soleae - Sohlenkörper
- Crus soleae laterale/mediale - äußerer/ innerer Sohlenschenkel
- Margo parietalis - Wandrand
- Margo centralis - Innenrand
- Angulus soleae lateralis/ medialis - äußerer/ innerer Sohlenwinkel
- Facies externa - Außenfläche
- Facies interna – Innenfläche

Die Hufsohle steht mit der Hufplatte und den Eckstreben über die weiße Linie (Zona alba) in Verbindung (SALOMON 1987, NICKEL et al.1996).

Die weiße Linie wird gebildet von dem tiefen unpigmentierten Anteil der Schutzschicht und von den Hornblättchen der Verbindungsschicht. Die Räume zwischen diesen Hornblättchen werden von schräg ausgerichteten Hornröhrchen ausgefüllt, welche über den Zotten am freien Distalrand der Lederhautblättchen gebildet werden (WISSDORF et al. 1983).

Der keilförmige Hornstrahl schiebt sich von palmar bzw. plantar in die Hufsohle ein und ist im Querschnitt W-förmig. Er besteht aus weichem und elastischem Röhrchenhorn und stellt eine wichtige stoßbrechende Einrichtung des Hufes dar (NICKEL et al. 1996). RUTHE (1997) bezeichnet dieses Horn als Weichhorn, das sehr quellfähig und dadurch leicht verletzbar ist. Nach den NAV-NH (1983) untergliedert sich die Facies externa des Hornstrahls folgendermaßen:



- 
- Basis cunei - Strahlende
  - Apex cunei - Strahlspitze
  - Crus cunei laterale bzw. mediale - lateraler bzw. medialer Strahlschenkel
  - Sulcus cunealis centralis - mittlere Strahlfurche
  - Sulcus paracunealis lateralis bzw. medialis - laterale bzw. mediale Strahlfurche

An der Facies interna ist die Spina cunei zu finden.

Um alle praxisrelevanten Flächen und Winkel am Huf auch eindeutig beschreiben zu können, wurden von WISSDORF et al. (1987) in einem Beitrag zur Nomenklatur am Pferdehuf noch weitere Abgrenzungen und Bezeichnungen eingeführt, die hier nicht weiter berücksichtigt sind.

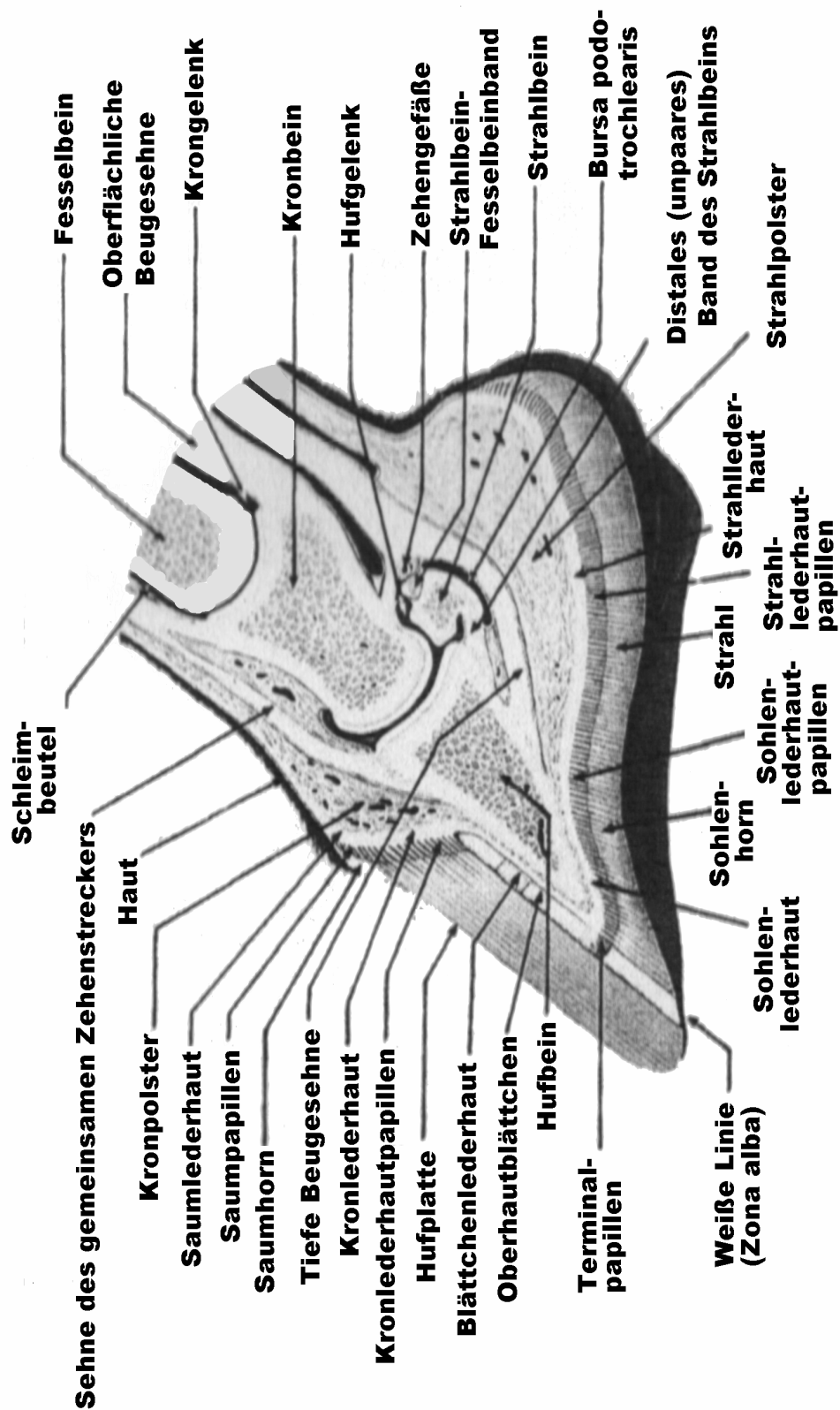


Abb. 1: Medianer Längsschnitt durch den Pferdefuß nach POLLITT (1999)

---

### 2.2.2 Histologischer Aufbau des Hufes

Aus histologischer Sicht gliedert sich die Hufoberhaut in folgende Schichten:

- Basalzellschicht, Stratum basale
- Stachelzellschicht, Stratum spinosum
- Körnerzellschicht, Stratum granulosum
- Glanzzellschicht, Stratum lucidum
- Hornzellschicht, Stratum corneum

In den Bereichen, wo hartes Horn gebildet wird, z.B. im Kron-, Wand- und Sohlensegment, geht das Stratum spinosum unmittelbar in das Stratum corneum über. Im Saum-, Ballen- und Strahlsegment, wo weiches Horn produziert wird, sind hingegen alle Schichten vorhanden (WISSDORF et al. 1997).

Das Röhren- und Zwischenröhrenhorn in der Schutzschicht besitzt folgenden Aufbau:

Die Hufhörchen bestehen grundsätzlich aus Rinde und Mark bzw. sind im distalen Bereich hohl. Da die Rinde der Hufhörchen einer mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, hat sie eine funktionelle Bedeutung (NICKEL et al. 1996). Die Rinde ist konzentrisch geschichtet (Hornlamellen) und mit ineinander gesteckten Zylindern zu vergleichen, an denen man eine Innen-, Mittel- und Außenzone unterscheiden kann. Die einzelnen Lamellen sind durch spiralig angeordnete Tonofibrillen verstärkt, die in ihrem Verlauf gegenläufig gewickelt sind (LIEBICH 1993). In den oben genannten Zonen können Bereiche unterschiedlich geformter Wandzellen mit überwiegend steilem oder flachem Tonofibrillenverlauf festgestellt werden (NICKEL 1938). Insgesamt spiegelt die unterschiedliche Bauweise der Hufhörchen ihre mechanische Bedeutung wider. Die vorwiegend steil gewickelten Hufhörchen, die dem einwirkenden Axialdruck einen größeren Widerstand entgegensetzen können, sind im Dorsalteil und am Innenteil der Schutzschicht zu finden. Die vorwiegend flach gewickelten Hufhörchen kommen vor allem im Außenteil der Schutzschicht und der übrigen Anteile der Hufplatte sowie allen anderen Hufsegmenten vor (NICKEL et al. 1996).

Das harte Kronhorn besteht nach PELLMANN et al. (1993) aus wenigen runden Hornröhren mit einer dicken Rinde, die in wenig, regelmäßig angeordnetes Zwischenröhrenhorn eingebettet sind, das weich-elastische Ballhorn hingegen wird

---

von vielen sehr dünnen querovalen Hornröhrchen aufgebaut, welche eine schmale Rinde besitzen und in viel Zwischenröhrchenhorn eingebettet sind.

Im Strahlhorn des Pferdehufes verlaufen die Hornröhrchen meist geschlängelt und liegen in Gruppen zusammen (BUCHER 1987, WISSDORF et al. 1997).

Die Anzahl der Röhrchen pro Flächeneinheit kann neben anderen Merkmalen als ein Parameter zur Beurteilung der Hornqualität verwendet werden (DIETZ et al. 1971, MAUSKE 1972, FUCHS 1976, DIETZ und PRIETZ 1981, ROSSKOPF und GEYER 1987). BUCHER (1987) gibt an, dass die Röhrchenzahlen beim Pferd in allen Segmenten, vor allem aber im Kronhorn, niedriger sind als bei den Klauentieren.

Der Aufbau der Hufwand ist bei den Haus- und Wildequiden grundsätzlich gleich. Abweichungen kommen allerdings hinsichtlich der Hornröhrchengröße und der Anordnung in den einzelnen Schichten der Epidermis vor (NICKEL et al. 1996). KINDS (1961) vergleichende Untersuchungen über den Aufbau der Hufwände von Hauspferd, Tarpan, Przewalskipferd, Steppenzebra und Bergzebra untermauern diese Aussage.

### **2.3 Eigenschaften des Hufes von Equiden**

Die Gesamtheit der Epidermis bildet die sogenannte Huf- oder Hornkapsel (NICKEL et al. 1996). Sie stellt einen Schutz für die empfindlichen inneren Anteile des Hufes dar und ist lediglich nach hinten oben geöffnet. Die Hornkapsel besitzt neben einem relativ geringen Eigengewicht gleichzeitig eine hohe Festigkeit. Außerdem ist Horn ein schlechter Wärmeleiter, so dass auch beim Einwirken von extremen Temperaturen keine schädlichen Wirkungen zu befürchten sind (RUTHE 1997). Die Hornkapsel kann Temperaturen zwischen  $-40^{\circ}$  und  $500^{\circ}$  C (Beschlag) ohne Probleme ertragen (WISSDORF et al. 1997).

Die wesentlichste Bedeutung der Hornkapsel liegt in ihren stoßbrechenden Eigenschaften, wobei hier nach RUTHE (1997) verschiedene Einzelfaktoren eine Rolle spielen :

- 
1. Das Horn besitzt eine gewisse Eigenelastizität, welche durch die Röhrenstruktur zu begründen ist und vor allem an schrägstehenden Hornwänden in Erscheinung tritt.
  2. Durch einen Wechsel von Hart- und Weichhornabschnitten kommt es zu einer Federwirkung und es wird der Entstehung von gefährlichen Rissen vorgebeugt.
  3. Die bedeutendste Rolle unter den stoßbrechenden Faktoren spielt der Hufmechanismus.

Unter dem Hufmechanismus versteht man, dass es zu unterschiedlichen elastischen Bewegungen der verschiedenen Teile der Hornkapsel während der Be- und Entlastung kommt. Dadurch ergeben sich geringe Formveränderungen der Hornkapsel, aber auch die inneren Anteile des Hufes sind davon betroffen (RUTHE 1997):

Beim Aufpußen belastet das Körpergewicht des Tieres und auch das Gewicht seines Reiters das in der Hornkapsel des Hufes aufgehängte Hufbein. Da diese Aufhängung sehr fest ist, kann das Hufbein dem Druck nur wenig nach unten ausweichen und es zieht den oberen Rand der Zehenwand der Hornkapsel nach hinten (ANDRIST 1954, RÖDDER 1982, RUTHE 1997). Am Tragrand der Zehenwand lassen sich keine Bewegungen feststellen. Der Bereich der Verbindungslinie zwischen der weitesten Stelle des Kronrandes und der des Tragrandes wird als „tote Zone“ bezeichnet, da hier ebenfalls kaum Formveränderungen stattfinden. Im Bereich der Trachtenwände kommt es zu einer Erweiterung, am Kronrand mehr als am Tragrand. Die Ballen senken sich, das Sohlengewölbe flacht sich etwas ab, wodurch sich der Strahl dem Erdboden nähert. Beim Entlasten kehren alle Teile federnd in ihre ursprüngliche Lage zurück (RUTHE 1997). RÖDDER (1982) geht davon aus, dass das zwischen Kronbein und Hornstrahl zusammengepresste Strahlkissen nach seitlich ausweicht und durch ein Auseinanderdrücken der Hufknorpel die Ausweitung der Trachtenwände verstärkt. RUTHE (1997) hingegen sieht es als erwiesen an, dass weder der Strahl noch die sich senkenden Knochen eine aktive Bedeutung für die Erweiterung der Trachtenwände haben. Diese funktionellen Zusammenhänge werden von zahlreichen Autoren kontrovers diskutiert (HARDERS 1985).

Die Stärke des Hufmechanismus ist nach HERTSCH (1996) besonders abhängig vom Untergrund und vom Beschlag: Am beschlagenen Huf und auf hartem Boden ist der Hufmechanismus am deutlichsten vorhanden.

---

Wie sehr sich der Huf durch den Hufmechanismus erweitert ist außerdem von der Hufform abhängig: Bei Hufen mit schräg gerichteten Wänden ist die Erweiterung stärker als bei Hufen, deren Wände sehr steil stehen (RÖDDER 1982, RUTHE 1997).

Die Bewegungsvorgänge im Rahmen des Hufmechanismus dienen nicht nur der Stoßbrechung, sondern wirken auch wie eine Pumpe und fördern somit den Blutkreislauf in den hornerzeugenden Teilen der Lederhaut (RUTHE 1997). Die natürliche Bewegung ist für eine normale Ernährung und Formerhaltung des Hufes somit von grundlegender Bedeutung. Unzureichende Bewegung führt zu fehlerhaften und kranken Hufformen (ANDRIST 1954).

## **2.4 Chemische Zusammensetzung von Hufhorn**

Das Hufhorn besteht zu etwa 90% aus Rohprotein, vor allem aus Keratin (MEYER 1992). Keratin wird im Rahmen der Verhornungsvorgänge der Oberhaut, welche bereits in den Zellen des Stratum spinosum beginnen, in den Keratinozyten gebildet und ist ein wichtiges Bauelement für die äußeren Epithelzellen (LIEBICH 1993). Die Keratine weisen relativ viele schwefelhaltige Aminosäuren auf (MEYER 1992).

SPITZLEI (1996) führte Untersuchungen über den Aminosäuregehalt des Hufhorns bei Warmblutpferden durch und fand dort hohe Gehalte an Aspartat, Serin, Glutamat, Cystin, Leucin und Arginin sowie niedrigere Gehalte an Methionin, Phenylalanin und Histidin. Der Rohaschegehalt des von ihr untersuchten Hufhorns betrug etwa 1% der Horn trockenmasse.

Nach MEYER (1992) erreicht der Rohaschegehalt etwa 2 bis 4% und es sind darin Spurenelemente wie Zink, Kupfer, Eisen, Mangan und Selen in nicht unwesentlichen Mengen enthalten. Bei einem Vergleich von pigmentiertem und unpigmentiertem Hufhorn lassen sich nach NAUMANN (1984) und NAUMANN et al. (1987) keine Unterschiede in der anorganischen Zusammensetzung feststellen.

Gleichzeitig einhergehend mit der Bildung von Keratin kommt es durch den Verhornungsprozess am Huf zu einer Reduzierung des Wassergehalts der Epithelzellen von 80% auf 10% (RAPOPORT 1973).

---

## 2.5 Hufhornqualität

Von PELLMANN et al. (1993) und MÜLLING et al. (1994) werden die zahlreichen Faktoren, welche die Hornqualität bestimmen, unter folgenden drei Oberbegriffen zusammengefasst:

- Architektur des Hornzellverbands
- Interzelluläre Faktoren (Interzellularkitt)
- Intrazelluläre Faktoren (Keratinproteine)

Eine Beeinflussung der Hufhornqualität erfolgt nach EUSTACE (1994) durch die Faktoren Vererbung, Fütterung, Milieu und Hufpflege.

Veränderungen der Hufhornqualität traten beim Hauspferd im Rahmen der Domestikation ein. Untersuchungen zeigten, dass die weiße Linie beim Przewalskipferd im Vergleich zu der beim Hauspferd signifikant schmaler ist und einen größeren Anteil an stabilisierendem Blättchenhorn besitzt, während die Menge an terminalem Röhrchenhorn relativ geringer ist. Das heißt also, dass die Barrierenfunktion der weißen Linie gegenüber einer aufsteigenden Keimbesiedelung, welche von entscheidender Bedeutung für die Hufhornqualität ist, beim Przewalskipferd größer ist als beim Hauspferd (BUDRAS und SCHIEL 1996).

JOSSECK (1991) untersuchte die genetischen Grundlagen der Hufhornqualität verschiedener Lipizzanerpopulationen. Bei ihren Analysen konnte sie eine Zunahme der Hufschäden mit steigendem Inzuchtgrad erkennen. Eine Abhängigkeit zwischen Heterozygotiegrad und Hufhornqualität konnte aber nicht nachgewiesen werden. Außerdem stellte sie fest, dass zwei Histokompatibilitätsantigene eine Beziehung zur Hufqualität aufwiesen. Auch SCHMITT (1998), der ebenfalls Lipizzaner untersuchte, gibt in seiner Arbeit an, dass die Erfassung der Hornqualität von Einzeltieren sowie Familien- und Linienvergleiche deutliche Hinweise ergaben, dass die genetischen Einflüsse auf die Qualität des Hufhorns erheblich sind und nicht unterschätzt werden dürfen.

---

Die Qualität des Hufhorns kann durch Fütterungsfaktoren beeinflusst werden. Verschiedenen Studien zufolge kann durch eine langfristige Verabreichung von therapeutischen Dosen an Biotin eine Verbesserung der Hufhornqualität erzielt werden (COMBEN et al. 1984, WINTZER 1986, KEMPSON 1987, YOUNG 1988, SCHULZE und SCHERF 1989, JOSSECK 1991, ZENKER 1991, GEYER und SCHULZE 1994, JOSSECK et al. 1995, ZENKER et al. 1995, SCHMITT 1998). SCHMITT (1998) geht davon aus, dass der Einfluß des Biotins bei der Neubildung des Hornes liegt, da die Verbesserungen des Hufstatus im Rahmen einer Biotintherapie in einem Zusammenhang mit der Hornerneuerungszeit im betreffenden Gebiet des Hufes stehen. Neben Biotin sind für eine gute Hufhornqualität noch weitere Substanzen verantwortlich. Zu nennen sind hier Kalzium, Zink und Methionin (KEMPSON 1991) sowie Lysin und Threonin (GRAHAM et al. 1994).

MEYER (1992) gibt an, dass eine übermäßige Aufnahme von Selen offenbar zu einer Hornsynthesestörung führt, die auf eine Blockade schwefelhaltiger Aminosäuren zurückzuführen ist. Es gibt des weiteren Hinweise dafür, dass ein länger andauernder Mangel an beta-Carotin oder an Vitamin A zu einer verminderten Hornfestigkeit führt. MÜLLING et al. (1999) führten histologische und histochemische Untersuchungen an der Hufepidermis von Rindern durch und konnten den Zusammenhang zwischen einzelnen Vorgängen im Rahmen von Keratinisierung bzw. Verhornung und bestimmten Ernährungsfaktoren (Fette, Mineralien, Vitamine) nachweisen. Die Struktur der Epidermis ist als das Bindeglied zwischen Ernährung und Hufhornqualität anzusehen.

Eine Beeinflussung der Hufhornqualität durch das Milieu, d.h. durch verschiedene Umweltfaktoren, wird durch die Untersuchungen von KÜNG (1991) bestätigt. Durch eine Messung der Zugfestigkeit des Hufhorns bei Pferden an definierten Stellen des Hufes und unter dem Einfluss verschiedener Umweltbedingungen kam KÜNG (1991) zu dem Ergebnis, dass die Zugfestigkeit des Hufhorns bei einem hohen Trockensubstanzgehalt größer ist als bei einem niedrigen Trockensubstanzgehalt. Durch eine Inkubation der Hornproben in einem Kot-Wassergemisch wurde ihre Zugfestigkeit signifikant herabgesetzt. Den Ergebnissen von LEY et al. (1998) zufolge besteht jedoch kein signifikanter Zusammenhang zwischen der prozentualen Feuchtigkeit des Hufhorns und der Zugfestigkeit. Die Autoren geben an, dass sowohl saisonale als auch nutritive



---

Einflüsse mit der Hufwandfestigkeit und dem Mineralstoffgehalt in starkem Zusammenhang stehen.

BENEDETTI (1948, zitiert nach KÜNG 1991) und KÜNG (1991) fanden keine Unterschiede in der Zugfestigkeit zwischen pigmentiertem und unpigmentiertem Horn beim Pferd. Auch HERMANS (1992) geht davon aus, dass die Pigmentierung des Hufhorns keine ausschlaggebende Bedeutung für die Festigkeit des Horns hat.

## **2.6 Wachstum von Hufhorn**

Aufgrund eines kontinuierlichen Verlustes ist eine kontinuierliche Regeneration des Hufhorns, also ein Wachstum der Hufwand, erforderlich. Diese notwendige Regeneration erfolgt nach POLLITT (1999) hauptsächlich im Kronsegment: Dort bringen die epidermalen Keimzellen neue Zellpopulationen hervor, welche reifen und verhornen und somit neue Hornmassen an der proximalen Hufwand bilden. Da die Keimzellen der epidermalen Blättchen an der Verankerungsstelle der Basalmembran stationär sind, geht man davon aus, dass die primären Oberhautblättchen an den stationären Zellen nach dem Prinzip der versetzten Anheftung und Loslösung vorbeigleiten (POLLITT 1999). BUDRAS und PREUSS (1979) bezeichnen diesen Vorgang als Gleit-Haft-Mechanismus. Während dieses Vorgangs muss ein ständiger Umbau an den Desmosomen stattfinden, welche die Epithelzellen miteinander verbinden (NICKEL et al. 1996). Damit das Hufbein dabei niemals seine tragende Verbindung zur inneren Hufwand verliert, ist immer nur ein kleiner Prozentsatz der Zellen von anderen losgelöst (POLLITT 1999).

Das Hufhornwachstum ist von zahlreichen Faktoren abhängig:

Die monatliche Wachstumsrate des Hufhorns ist in den einzelnen Abschnitten des Hufes individuell und rasseabhängig unterschiedlich (WISSDORF et al. 1997). Nach SUSTMANN (1913 a) zeigen Vollblutpferde ein höheres Hufhornwachstum als Warmblut- oder Kaltblutpferde.

In Tabelle 3 (S.20) werden die monatlichen Wachstumsraten am Hufhorn von verschiedenen Pferderassen aufgelistet.

---

<i><b>RASSE</b></i>	<i><b>HUFABSCHNITT</b></i>	<i><b>WERTE</b></i>	<i><b>AUTOR</b></i>
<i><b>Deutsches Reitpferd</b></i>	Vorderwand und Seitenwände	0,6-0,65 cm/ 28d	SCHREYER (1997)
<i><b>Haflinger</b></i>		7 mm/ 28d	RICHTER (1990)
<i><b>Islandpony</b></i>	Vorderwand (a) Seitenwand (b) Trachtenwand (c)	4-5 mm/ 28 d (Mittelwert aus (a), (b), (c) )	LEU (1987)
<i><b>Islandpony</b></i>	Kronhorn	4-5 mm/ Monat	NICKEL et al. (1996) WISSDORF et al. (1997)
<i><b>Kalt- und Warmblutpferde</b></i>	Vorderwand (a) Seitenwand (b) Trachtenwand (c)	8-9 mm/ 28 d (Mittelwert aus (a), (b), (c) )	LEU (1987)
<i><b>Lipizzaner</b></i>	Kronhorn	7 mm/ 28 d	JOSSECK (1991)
<i><b>Lipizzaner</b></i>	Kronhorn	7 mm/ Monat	NICKEL et al. (1996)
<i><b>Lipizzaner</b></i>	Kronhorn Sohlenhorn	7-8 mm/ Monat 4,5 mm/ Monat	WISSDORF et al. (1997)
<i><b>Shetlandpony</b></i>		6,8 mm/ 28d	HERZBERG (1996)
<i><b>Warmblut</b></i>		8-10 mm/ Monat	KAINER (1989)

Tab. 3: Wachstumsraten von Hufhorn

Die Wachstumsgeschwindigkeit des Hufhorns ist des weiteren abhängig vom Alter der Tiere. Bei jüngeren Tieren ist das Wachstum größer als bei älteren (MÖLLER 1922 b, KNEZEVIC 1959, PRIETZ 1986, RICHTER 1990, MEYER 1992).

Nach MÖLLER (1922 b) und ANDRIST (1954) wächst das Hufhorn bei Wallachen und Stuten schneller als bei Hengsten. BUTLER und HINTZ (1977) und RICHTER (1990) konnten jedoch keinen Einfluss des Geschlechts auf das Hufhornwachstum nachweisen.

Unbeschlagene Hufe wachsen schneller als beschlagene (MÖLLER 1922 b, ANDRIST 1954, BAUER 1964, PRIETZ 1986). Nach RUTHE (1997) beträgt das Wachstum an beschlagenen Hufen 6-7 mm in vier Wochen und an unbeschlagenen Hufen 8-9 mm in vier Wochen.

---

Hinterhufe weisen ein schnelleres Hornwachstum auf als Vorderhufe (MÖLLER 1922 b, ANDRIST 1954, KNEZEVIC 1959, PRIETZ 1986). Dieser Unterschied ist wahrscheinlich genetisch bedingt (LEISERING und HARTMANN 1903, BUTLER und HINTZ 1977). Die Untersuchungen von RICHTER (1990) am Haflinger ergaben jedoch keine Unterschiede im Wachstum zwischen Vorder- und Hinterhufen.

Eine ungleiche Belastung führt zu einem ungleichen Hufhornwachstum (MÖLLER 1922 b). Eine gleichmäßige Belastung hingegen bewirkt eine gleichmäßige Ernährung des Hufhorns und somit eine normale Hornbildung (ANDRIST 1954). Nach GLADE und SALZMANN (1985) wächst beim Pferd die Vorderwand von spitzwinkligen Hufen schneller als von Hufen, deren Winkel zwischen Vorderwand und Bodenfläche größer ist. Je mehr die Wandabschnitte belastet sind, desto langsamer wachsen sie (GÖRTE und SCHEIBNER 1940).

Durch die Fütterung wird das Hufhornwachstum ebenfalls beeinflusst. TIMM (1993) gibt an, dass die Zufütterung von Gelatine zu einem vermehrten Wachstum führt. Seiner Meinung nach beruht dieser Effekt auf einer verbesserten Versorgung mit Eiweiß bzw. Aminosäuren. Diesem Ergebnis steht die Untersuchung von BUTLER und HINTZ (1977) gegenüber in der keine Veränderung des Wachstums durch Gelatinefütterung auftrat. MEYER (1992) gibt an, dass das Wachstum des Horns durch einen Mangel an Eiweiß, v.a. an schwefelhaltigen Aminosäuren, verzögert und umgekehrt durch einen Eiweißüberschuß beschleunigt wird. Seiner Meinung nach kann jedoch von einer zusätzlichen Gelatinefütterung, als Lieferant schwefelhaltiger Aminosäuren, kein besonderer Effekt erwartet werden, wenn die Futterration optimal zusammengesetzt ist. BUFFA et al. (1992) und REILLY et al. (1998) fanden unter Zufütterung von Biotin ein erhöhtes Hufhornwachstum. WINTZER (1986), LEU (1987) sowie SCHULZE und SCHERF (1989) konnten hingegen keinen Einfluß von Biotin auf die Geschwindigkeit des Wachstums feststellen.

Das Wachstum des Hufhorns weist jahreszeitliche Unterschiede auf. TIMM (1993) stellte fest, dass in den Monaten Januar bis März das Wachstum deutlich verlangsamt war und führt dies auf eine Minderdurchblutung der Lederhaut aufgrund niedriger Außentemperaturen zurück. RICHTER (1990) konnte im Rahmen seiner

---

Untersuchungen ein deutlich stärkeres Hufhornwachstum im Sommer im Vergleich zum Winter nachweisen.

Eine intensivere Durchblutung, die z.B. durch einen Wärmestau unter einem längere Zeit bestehenden Hufverband oder durch hyperämisierende Einreibungen im Bereich der Hufkrone ausgelöst werden kann, führt zu einer Zunahme der Hornmasse und der Geschwindigkeit der Hornproduktion (WINTZER 1986).

Nach MÖLLER (1922 a) ist nach einer Durchtrennung der Fesselnerven zur Beseitigung von unheilbaren Lahmheiten an der betreffenden Gliedmaße oft ein erheblich schnelleres Wachstum des Hufhorns als zuvor festzustellen.

WINTZER (1986) konnte im Rahmen seiner Untersuchungen sehr hohe Wachstumsraten am Hufhorn von Reitpferden ermitteln, die täglich sechs Stunden bewegt wurden, und schließt daraus, dass ein Zusammenhang zwischen Hornwachstum und Nutzungsart der Tiere besteht. Nach MÖLLER (1922 b) lässt das Hufhornwachstum bei Arbeitsruhe nach.

Es ist kein Unterschied in der Wachstumsgeschwindigkeit des Hufhorns bei pigmentierten und unpigmentierten Hufen festzustellen (FISCHER 1933, LUNGWITZ 1940). Das Wachstum kann an den einzelnen Hufen desselben Tieres oft schwanken (MÖLLER 1922 a).

In Abhängigkeit von der Länge der Hufwand und der Wachstumsrate des Horns ergibt sich die Erneuerungszeit des Hufhorns, die bei jedem Therapieversuch am Hufhorn zu berücksichtigen ist (BOLLINGER und GEYER 1992).

In Tabelle 4 (S.23) werden die von verschiedenen Autoren angegebenen Huferneuerungszeiten zusammengefasst.

<i><b>AUTOR</b></i>	<i><b>HUFABSCHNITT</b></i>	<i><b>WERTE</b></i>	<i><b>BEMERKUNG</b></i>
<i><b>MÖLLER (1922 b)</b></i>	Zehenwand Seitenwand Trachtenwand	12 Monate 8 Monate 3-5 Monate	
<i><b>ANDRIST (1954)</b></i>	Zehenwand Trachtenwand	12-14 Monate 5-6 Monate	
<i><b>PRIETZ (1986)</b></i>	Vorderwand Seitenwand Trachtenwand Sohle und Strahl	12 Monate 6-8 Monate 4-5 Monate 2 Monate	
<i><b>LEU (1987)</b></i>	Vorderwand	ca. 1 Jahr	Warmblutpferde
<i><b>JOSSECK (1991)</b></i>	Vorderwand Sohlenhorn	1 Jahr 100 Tage	Lipizzanerpferde
<i><b>HERTSCH (1996)</b></i>	Vorderwand Seitenwand Trachtenwand Sohle und Strahl	12 Monate 6-8 Monate 4-5 Monate 2 Monate	
<i><b>RUTHE (1997)</b></i>	Zehenwand Seitenwand Trachtenwand	12-14 Monate 8-9 Monate 5-6 Monate	

Tab. 4: Huferneuerungszeiten

---

## 2.7 Abnutzung von Hufhorn

Die Abnutzung von Hufhorn erfolgt an der Bodenfläche des Hufes durch Reibung. Man unterscheidet hierbei die Fußungsreibung, bedingt durch den Auftritt bzw. die Fußung, und die Abschwungreibung, bedingt durch das Abschwingen vom Erdboden (FRIEDRICH 1930, FISCHER 1933, GÖRTE und SCHEIBNER 1940). Nach FISCHER (1933) ist die Abnutzung durch die Fußungsreibung immer an der Stelle am stärksten zu sehen, welche beim Gehen zuerst den Boden berührt, die Abschwungreibung hingegen findet nur an der Zehe statt. Die Abschwungreibung wird auch als Zehenrichtung bezeichnet und ist gewöhnlich nur an den Vorderhufen zu finden (FRIEDRICH 1930).

Nach FRIEDRICH (1930) ist die Stärke der Abnutzung an unbeschlagenen Hufen von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Breite des Hufragerandes
- Bodenbeschaffenheit
- Belastung der einzelnen Wandabschnitte
- Zähigkeit des Wandhorns
- Gewicht, Fußung und Arbeitsleistung des Pferde

Die Abnutzung ist umso geringer je breiter der Tragerand ist, stark belastete Abschnitte werden schneller abgenutzt als schwächer belastete. Harter Boden, übermäßiger Wassergehalt des Hufhorns sowie große tägliche Arbeitsleistungen beschleunigen die Abnutzung (FRIEDRICH 1930).

Auch an beschlagenen Hufen findet eine Abnutzung von Hufhorn statt und zwar dort wo eine Reibung zwischen Hufeisen und Hufragerand vorhanden ist (FISCHER 1933). Vor allem an den Trachten ist bei beschlagenen Hufen eine Abnutzung zu finden, die durch die Bewegung des Hufes in den hinteren Abschnitten bedingt ist (SCHWYTER 1906, GÖRTE und SCHEIBNER 1940, RUPPERT 1941, BOCKENTIN 1944). Durch den vermehrten Abrieb im Bereich der Trachten kommt es zu einer allmählichen Umformung des Hufes. Der Winkel zwischen Vorderwand und Boden wird spitzer und die Trachten schieben sich unter (HERTSCH und CARSTENSEN 1983).

In Tabelle 5 sind die von verschiedenen Autoren angegebenen Werte zur Abnutzung des Hufhorns bei beschlagenen Pferden zusammengefasst.

<i>AUTOR</i>	<i>HUFABSCHNITT</i>	<i>WERTE</i>
<b>RUPPERT (1941)</b> <i>Vorderhufe</i>	Äußere Tracht	2,3 mm
	Innere Tracht	3,0 mm
	Weiteste Stelle	
	Außen	0,9 mm
	Innen	1,1 mm
	Mitte der Hufzehe	0,5 mm
<b>BOCKENTIN (1944)</b> <i>Hinterhufe</i>	Äußere Tracht	2,4 mm
	Innere Tracht	3,9 mm
	Weiteste Stelle	
	Außen	0,9 mm
	Innen	1,8 mm
	Mitte der Hufzehe	0,5 mm
<b>ANDRIST (1954)</b>	Trachten	bis 5 mm / Beschlagsperiode ( 5-6 Wochen)
<b>RÖDDER (1982)</b>	Trachten	9-10 mm / Beschlagsperiode
<b>HICKMAN (1983)</b>	Trachten	4 mm / Monat
<b>SCHREYER (1997)</b>	Vorderwand	1,2-1,4 mm / 28 Tage
	Seitenwand	2,4-2,5 mm / 28 Tage

Tab. 5: Abnutzung von Hufhorn bei beschlagenen Pferden

RUPPERT (1941) und BOCKENTIN (1944) geben in ihren Arbeiten über die Hufhornabnutzung des Tragerandes auf dem Hufeisen an den Vorderhufen bzw. den Hinterhufen an, dass die Abnutzung bei einem Hufpaar eines Pferdes auch bei gleicher Hufform verschieden ist, dass qualitativ schlechtes Hufhorn eine vermehrte Abnutzung begünstigt und dass unpigmentierte Hufe nicht weniger widerstandsfähig sind als pigmentierte Hufe. Im Gegensatz dazu steht die Aussage von SASSEN (1938), der angibt, dass an pigmentierten Hufen größere Substanzverluste auftreten als an unpigmentierten.

---

SASSEN (1938) fand keinen Zusammenhang zwischen der Widerstandsfähigkeit des Wandhorns und Geschlecht, Farbe und Abzeichen, Alter, Größe, Rasse, Gebrauchszweck, Röhrenumfang, Dicke der Hornwand sowie Feuchtigkeitsgehalt des Wandhorns.

KIND (1961) stellt eine unterschiedlich starke Abnutzung der Hufe bei verschiedenen Equiden fest und geht davon aus, dass diese mit der Struktur der Hufwand im Zusammenhang steht.

Am Sohlenhorn sind nach NAUMANN et al. (1987) signifikant höhere Abriebverluste festzustellen als am Wandhorn.

SCHRÖDER (1970) gibt an, dass schnell wachsendes Horn eine geringere Widerstandsfähigkeit besitzt als langsamer wachsendes.

## **2.8 Hufform und Hufpflege**

Bei der Beschreibung eines regelmäßigen Hufes muss man sich dessen bewusst sein, dass es eigentlich keine allgemeine Norm für die Form und Struktur eines Hufes gibt, sondern dass diese vielmehr von der jeweilige Pony- oder Pferderasse abhängig sind (HERMANS 1992). Schwere Pferde besitzen meist weite Hufe, während leichte und edle Pferde eher enge Hufe aufweisen (HERTSCH 1992, RUTHE 1997). Die Form des Hufes wird des weiteren auch von der Bodenbeschaffenheit, der Nutzungsart und der Gliedmaßenstellung beeinflusst (HERTSCH 1992).

Während der Bau der Eselhufe dem der Pferdehufe gleicht, unterscheidet sich ihre Form aber wesentlich von diesen. Eselhufe weisen eine einheitlich enge und stumpfe Form auf (PRIETZ 1986), insgesamt erscheint der Huf eher rechteckig (REILLY 1997). Im Verhältnis zur Größe der Tiere sind die Hufe relativ klein und besitzen eine auffallend dicke Hornwand. Die Seitenwände stehen ziemlich steil und verlaufen gestreckt, an den Trachten sind sie meist lyraförmig gebogen. Die Eselhufe besitzen eine stark gewölbte Hornsohle und kurze Eckstreben. Der Hornstrahl ist breit und kräftig und ragt über den Trachtenecken nach hinten (FRIEDRICH 1930, PRIETZ 1986). HIFNEY und MISK (1983) geben an, dass die Hornsohle des Eselhufes deutlich dicker ist als die des



---

Pferdehufes. Im Gegensatz zum Pferd besitzt der Esel natürlicherweise eine nach vorne gebrochene Huf-Fessel-Achse (POLLITT 1999).

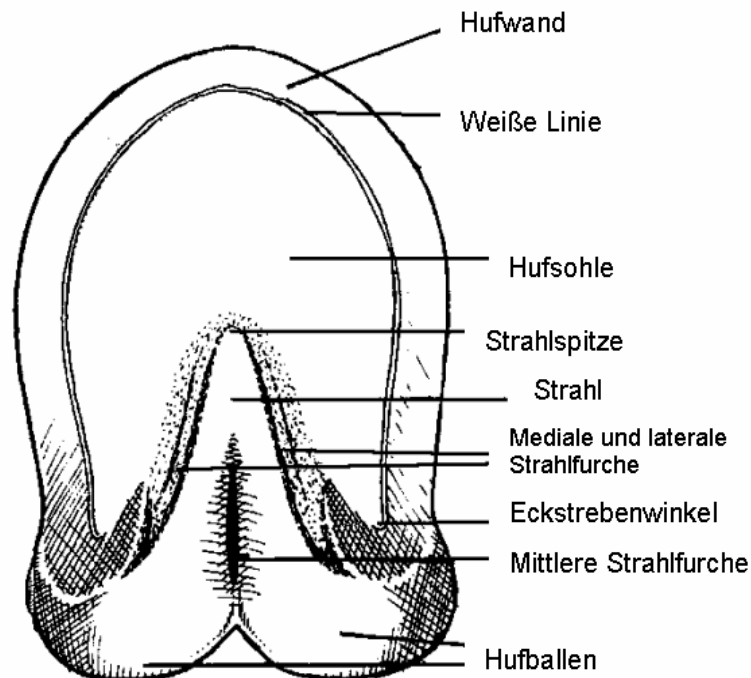


Abb. 2: Sohlenansicht eines Eselhufes (nach REILLY 1997)

Das Ziel einer Hufpflege ist die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der regelmäßigen Hufform und der Qualität des Hufhorns sowie die Vermeidung bzw. Beseitigung von Fäulnisprozessen am Huf. Da eine Selbstregulation zwischen Wachstum und Abnutzung unter den Gegebenheiten der Pferdehaltung nicht zu erwarten ist, wird eine regelmäßige Korrektur durch den Hufschmied notwendig (HERTSCH 1999). Bei unbeschlagenen Pferden sind solche Korrekturen in der Regel im Abstand von 4-8 Wochen erforderlich (HERMANS 1992, HERTSCH 1999). Beim beschlagenen Pferd ist nach STANEK (1999) unter normalen Umständen eine Beschlagsperiode von etwa 8 Wochen anzusetzen, PRIETZ (1986) schlägt ein Intervall von 6-8 Wochen vor. Bei Fohlen sollte eine erste Hufkorrektur im Alter zwischen 6 und 8 Wochen erfolgen, sofern keine orthopädischen Probleme auftreten (STANEK 1999).

Beim Pony ist nach KNEZEVIC (1982) eine Hufpflege im Abstand von 4-6 Wochen anzuraten. PRIETZ (1986) gibt für die Hufpflege beim Kleinpferd, beim Pony und beim Esel ein Intervall von 6-8 Wochen an, ein Zeitraum von 10 Wochen sollte nicht

---

überschritten werden. Um eine Erschütterung der kleinen Hufe durch Hauklinge und Klopfschlegel zu vermeiden, welche unter Umständen zur Beunruhigung der Tiere führen, schlägt PRIETZ (1986) vor, die Hufkorrektur mittels einer Klauenschere vorzunehmen. Nach FLADE (2000) sollte beim Esel je nach Wachstumsgeschwindigkeit des Horns etwa alle 8-12 Wochen eine Kontrolle der Hufe hinsichtlich einer Kürzung des nachgewachsenen Hufhorns erfolgen, REILLY (1997) empfiehlt für Eselhufe ein Kontrollintervall von 6-10 Wochen.

## **2.9 Methoden der Hufmessung**

Als älteste Feststellungen zum Thema der Hufmessung, die zugleich rein wissenschaftlich sind, sind Aufzeichnungen von BOURGELAT (1813, zit. nach HIRTE 1937) anzuführen. BOURGELAT (1813, zit. nach HIRTE 1937) führte ausschließlich Linearmessungen durch und umging das Problem der Winkelmessung indem er verschiedene Neigungsverhältnisse durch das Anlegen von Loten ermittelte. Nach HIRTE (1937) besteht der größte Fehler dieses Autors darin, dass er die Hufdimensionen zur Größe des Pferdes in Beziehung setzt.

HIRTE (1937), der sich kritisch mit den Hufmeßmethoden verschiedener Autoren auseinandersetzte, zeigt auf, dass eine genaue Metrik am Huf große Schwierigkeiten bereitet, da dieses Messobjekt vielfältigen Veränderungen unterworfen ist. Als „wissenschaftlich bedeutendste und vielseitigste Arbeit über Hufmeßmethoden“ bezeichnet er das Werk „Hoplometrie“ von MEIER (1917). MEIER (1917) forderte von der Hufmeßmethode an sich Genauigkeit, eine völlige Ausschaltung des Augenmaßes, gleich gute Anwendbarkeit für alle Hufformen sowie Anwendbarkeit am lebenden Tier und führte für sein System verschiedene termini technici ein.

### **LÄNGEN**

BOURGELAT (1813, zit. nach HIRTE 1937) führte folgende Grundbegriffe ein:

- *Größte Länge:* Diese wird gemessen vom vordersten Punkt des Zehenrandes bis zur Verbindungslinie der hinteren Trachtenpunkte, welche dabei die Strahlmitte durchläuft.

- 
- *Größte Breite:* Sie stellt die kürzeste Entfernung zwischen den weitesten Stellen am Tragrand dar.
  - *Höhe der Zehenwand bzw. der Seitenwand:* Diese ist der senkrechte Abstand zwischen dem vordersten Punkt der Hufkrone bzw. dem Punkt der Krone, der in der Mitte zwischen dem Ballen und dem vordersten Punkt liegt, und dem Boden.

MEIER (1917) definierte an Tragrand und Krone zahlreiche unveränderliche möglichst natürlich gegebene Messpunkte, welche er zur besseren Veranschaulichung in einem Koordinatensystem darstellte und durch die er wiederum verschiedene Messlinien definieren konnte. Die größte Breite gibt er als die Summe der senkrechten Abstände der beiden weitesten Stellen von der Mittellinie an. Die größte Länge wird von ihm als der größte sagittale Längsdurchmesser definiert.

Die größte Breite wurde von STICKER (1836, zit. nach MEIER 1917) mittels einer Schublehre bestimmt, die von frontal gegen die Hufbreite geschoben wurde. BRAUELL (1854, zit. nach HIRTE 1937), LEISERING und HARTMANN (1903), SUSTMANN (1913b), HERZBERG (1996) und SCHREYER (1997) nutzten zur Bestimmung dieses Parameters einen Tasterzirkel. Auch die weiteste Stelle der Krone kann mittels eines Tasterzirkels bestimmt werden (HERZBERG 1996).

Längenmessungen an Vorder-, Seiten- und Trachtenwand wurden von LEU (1987), JOSSECK (1991) und HERZBERG (1996) mittels Maßband vorgenommen, SCHREYER (1997) nutzte dazu ein Lineal und TIMM (1993) verwendete eine Schieblehre. SUSTMANN (1913b) entwickelte für seine Messungen einen eigenen Tasterzirkel mit Messlehre. Als reproduzierbaren Messpunkt für diese Längenparameter diente SUSTMANN (1913 b) an der Krone die Stelle, an der sich eine Vertiefung oder Rinne fühlen lässt. Auch HERZBERG (1996) nutzte diese Kronrinne als oberen Messpunkt. SCHOLZ (1938), JOSSECK (1991), TIMM (1993) und SCHREYER (1997) geben als oberen Messpunkt die Haargrenze an.

Umfangsmessungen an Tragrand und Krone wurden von LEU (1987), HERZBERG (1996) sowie SCHREYER (1997) mit einem Maßband bestimmt.

In Tabelle 6 (S.30) sind die Werte jener Längenparameter zusammengefasst, die HERZBERG (1996) und SCHREYER (1997) in ihren Arbeiten angeben.

<i>AUTOR</i>	<i>RASSE</i>	<i>PARAMETER</i>	<i>WERTE (in cm)</i>	
			<i>VORDER- HUF</i>	<i>HINTERHUF</i>
<b>HERZBERG (1996)</b>	<b>Shetlandpony</b>	Vorderwandlänge	5,7	5,7
		Seitenwandlänge medial	4,9	4,7
		Seitenwandlänge lateral	4,9	4,7
		Trachtenwandlänge medial	3,7	3,2
		Trachtenwandlänge lateral	3,7	3,2
		Trageranddurchmesser	9,0	8,0
		Krondurchmesser	7,5	7,25
		Tragerandumfang	29,0	29,0
		Kronumfang	26,5	26,5
<b>SCHREYER (1997)</b>	<b>Deutsches Reitpferd</b>	Vorderwandlänge	11,0	11,1
		Seitenwandlänge medial	9,5	9,1
		Seitenwandlänge lateral	9,4	9,0
		Trachtenwandlänge medial	5,8	5,0
		Trachtenwandlänge lateral	5,8	5,0
		Trageranddurchmesser	13,1	12,2
		Krondurchmesser	11,2	10,8
		Tragerandumfang	44,7	43,7
		Kronumfang	38,2	38,3

Tab. 6: Längenparameter am Huf

## WACHSTUM

Damit das Wachstum des Hufhorns erfasst werden kann, müssen am entsprechenden Bereich des Hufes Markierungen angebracht werden. Anschließend wird das Herunterwachsen dieser Marken verfolgt und dokumentiert. SCHULZE (1911, zit. nach HIRTE 1937), BUTLER und HINTZ (1977), LEU (1987), JOSSECK (1991), TIMM (1993), HERZBERG (1996) und SCHREYER (1997) brachten kleine Kerben oder Rillen mittels Feile, Fräse oder ähnlichem am Hufhorn an. Auch mit Hilfe von Brandmarken kann eine entsprechende Markierung erfolgen (HAHN et al. 1984). Die Bestimmung des Wachstumsmesswertes ähnelt dem Abnehmen der Wandlängen-

---

bestimmungen (HIRTE 1937), die Messung erfolgt in der Verlaufsrichtung der Hornröhrchen (SCHULZE 1911, zit. nach HIRTE 1937, LEU 1987, JOSSECK 1991, TIMM 1993, HERZBERG 1996, SCHREYER 1997).

Eine andere Möglichkeit der Markierung besteht durch radioaktive Isotope, welche im Röntgenbild dargestellt werden können. POLLITT (1999) fertigte mit Hilfe von radioaktivem Methionin ein sogenanntes Autoradiogramm eines Hufes an.

In Tabelle 3 (S. 20) sind die von verschiedenen Autoren ermittelten monatlichen Wachstumsraten des Hufhorns zusammengefasst.

## WINKEL

Durch HÜNI (1883) und LECHNER (1883) wurden neben den Linearmessungen auch erste Winkelmessungen vorgenommen, um eine bessere Kennzeichnung des Hufes zu erreichen (HIRTE 1937).

Nach MEIER (1917) ist eine Erfassung von Zehenwand-, Seitenwand- und Trachtenwinkel ausreichend. Er definiert diese Winkel folgendermaßen:

- *Zehenwandwinkel*: Er wird gebildet von der vordersten Linie der Hufwand und der Bodenebene.
- *Seitenwandwinkel*: Dieser wird in einer senkrechten Ebene an der weitesten Stelle des Hufes zwischen Hufwand und Bodenebene gebildet.
- *Trachtenwinkel*: Dieser wird in einer senkrechten Ebene auf die Bodenfläche zwischen der Kante, die durch die Umbiegung der Wand in die Eckstrebe entsteht, und der Bodenfläche gemessen.

HÜNI (1883, zit. nach HIRTE 1937) und LECHNER (1883, zit. nach HIRTE 1937) verwendeten als Apparate zur Winkelmessung sogenannte Transporteure.

Von LEU (1987) wurden die jeweiligen Winkelmaße mit einem verstellbaren Winkel zwischen Hornwand und Bodenfläche abgegriffen, hierauf die Winkelstellung auf Papier übertragen und dann der Wert mit einem Winkelmesser abgelesen.

JOSSECK (1991) führte Messungen von Vorderwand- und Seitenwandwinkeln durch. Die Seitenwandwinkel wurden von ihr im Verlauf der Hornröhrchen ermittelt.

In den Arbeiten von HERZBERG (1996) und SCHREYER (1997) wurden die Winkelmaße am Huf mit dem Winkelmesser nach Fleming bestimmt, der bereits bei RICHTER (1905) und VOGT (1938) beschrieben wurde.

Die Winkelmesswerte verschiedener Autoren sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

<i><b>AUTOR</b></i>	<i><b>RASSE</b></i>	<i><b>HUF</b></i>	<i><b>VORDER- WAND- WINKEL</b></i>	<i><b>SEITENWAND- WINKEL</b></i>	
				<i><b>medial</b></i>	<i><b>lateral</b></i>
<i><b>LEU (1987)</b></i>	<b>Shire</b>	Vorderhuf Hinterhuf	50° 56°	63° 75°	63° 74°
<i><b>LEU (1987)</b></i>	<b>Isländer</b>	Vorderhuf Hinterhuf	48° 53°	72° 78°	76° 73°
<i><b>RICHTER (1990)</b></i>	<b>Haflinger</b>	Vorderhuf Hinterhuf	56,5° 55,5°	76° 75°	71° 71°
<i><b>JOSSECK (1991)</b></i>	<b>Lipizzaner</b>	Vorderhuf Hinterhuf	57° 56°	85° 85°	85° 84°
<i><b>HERZBERG (1996)</b></i>	<b>Shetlandpony</b>	Vorderhuf Hinterhuf	60° 57°	75,5° 75,5°	79° 79°
<i><b>SCHREYER (1997)</b></i>	<b>Deutsches Reitpferd</b>	Vorderhuf Hinterhuf	51,7° 53,7°	75,1° 75,4°	69,6° 71,7°

Tab. 7: Winkelmesswerte am Huf

---

### 3. Eigene Untersuchungen

#### 3.1 Untersuchungsmaterial

##### 3.1.1 Probanden

Für die Untersuchungen stand eine Gruppe von acht Eseln zur Verfügung. Daraus konnten sieben Tiere über einen Zeitraum von 18 Monaten und ein Tier über 12 Monate untersucht werden. Die Probandengruppe setzte sich aus zwei männlichen Tieren und sechs weiblichen Tieren zusammen. Weiterhin konnten über einen Zeitraum von 12 Monaten ein weibliches Jungtier, sowie über einen Zeitraum von 4 Monaten ein männliches Jungtier untersucht werden. Alle diese Tiere wurden im Zoologischen Garten in Halle/Saale gehalten und gehörten zur Gruppe der Europäischen Hausesel (Widerristhöhe der untersuchten Eselpopulation: 95-105 cm). Die Untersuchungen wurden von August 1999 bis Februar 2001 durchgeführt.

	<i>Name</i>	<i>Geburtsjahr</i>	<i>Geschlecht</i>	<i>Untersuchungszeitraum</i>	
<b>1</b>	<b>Freddy</b>	1982	männlich	18 Monate	„Ältere Esel“
<b>2</b>	<b>Wuschel</b>	1982	weiblich	18 Monate	
<b>3</b>	<b>Conny</b>	1984	weiblich	18 Monate	
<b>4</b>	<b>Fränze</b>	1986	weiblich	18 Monate	
<b>5</b>	<b>Lena</b>	1989	weiblich	18 Monate	
<b>6</b>	<b>Indra</b>	1997	weiblich	18 Monate	„Jüngere Esel“
<b>7</b>	<b>Carolin</b>	1997	weiblich	18 Monate	
<b>8</b>	<b>Charly</b>	1998	männlich	12 Monate (16.-27. Lebensmonat)	
<b>9</b>	<b>Ines</b>	1999	weiblich	12 Monate ( 7.-18. Lebensmonat)	„Eselfohlen & Jährling“
<b>10</b>	<b>Ingo</b>	2000	männlich	4 Monate ( 5.-8. Lebensmonat)	

Tab. 8: Probanden ( Name, Geburtsjahr, Geschlecht, Untersuchungszeitraum)

---

### **3.1.2 Haltungs- und Fütterungsbedingungen**

Die Haltung der Tiere erfolgte in einem Gehege, das teilweise befestigten Boden und teilweise Sandboden aufwies (Abbildung 3). Den Eseln stand ein Stall sowie ein fester Unterstand zur Verfügung und sie konnten das Gehege ganzjährig zum Freilauf nutzen. Die Hufe der Esel wurden nicht beschlagen. Die Fütterungsbedingungen waren für alle Tiere gleich, wobei keine Unterschiede zwischen Sommer- und Winterfütterung bestanden.



Abb. 3: Gehege

## **3.2 Methoden**

### **3.2.1 Durchführung der Messungen und Datenerhebung**

Der Abstand zwischen den einzelnen Hufpflegeterminen wechselte in Abhängigkeit von der Anwesenheit des Hufschmiedes zwischen vier und acht Wochen, so dass sechsmal ein vierwöchiges und sechsmal ein achtwöchiges Hufpflegeintervall zu beobachten und auszuwerten war.



Die Messung der verschiedenen Parameter an den Hufen erfolgte in gleichmäßigen monatlichen Abständen, wodurch sich ein Beobachtungsintervall von durchschnittlich 29 Tagen ergab. Die Messwerte wurden jeweils einen Tag vor und einen Tag nach der Hufpflege erhoben. Bei den achtwöchigen Hufpflegeintervallen erfolgte des weiteren eine einmalige Datenerhebung zwischen den beiden Hufpflegeterminen, also wieder nach einem Zeitraum von vier Wochen. Alle Messungen wurden jeweils am linken Vorder- und am linken Hinterhuf der Esel durchgeführt.

Folgende Parameter wurden ermittelt:

	<i>Parameter</i>	<i>Abkürzung</i>	<i>Maßeinheit</i>
1.	Vorderwandwinkel	VWW	Grad
2.	Seitenwandwinkel medial	SWWM	Grad
3.	Seitenwandwinkel lateral	SWWL	Grad
4.	Trachtenwandwinkel medial	TWWM	Grad
5.	Trachtenwandwinkel lateral	TWWL	Grad
6.	Vorderwandlänge	VWL	Zentimeter
7.	Seitenwandlänge medial	SWLM	Zentimeter
8.	Seitenwandlänge lateral	SWLL	Zentimeter
9.	Trachtenwandlänge medial	TWLM	Zentimeter
10.	Trachtenwandlänge lateral	TWLL	Zentimeter
11.	Tragerandumfang	TU	Zentimeter
12.	Kronrandumfang	KU	Zentimeter
13.	Trageranddurchmesser	TD	Zentimeter
14.	Krondurchmesser	KD	Zentimeter
15.	Hufhornwachstum Vorderwand	HWV	Zentimeter
16.	Hufhornwachstum medial	HWM	Zentimeter
17.	Hufhornwachstum lateral	HWL	Zentimeter
18.	Hufhornabrieb Vorderwand	HAV	Zentimeter
19.	Hufhornabrieb medial	HAM	Zentimeter
20.	Hufhornabrieb lateral	HAL	Zentimeter

Tab. 9: Parameter

---

### 3.2.2 Messung der Winkel der Hufwand

Die Ermittlung der Winkel erfolgte am belasteten Huf mittels des in Abbildung 6 (S. 37) dargestellten Winkelmessers. Der Vorderwandwinkel ( $\alpha$ ) wurde gemessen zwischen der Standfläche des Hufes und der Linea antica (Vorderlinie), die von MEIER (1917) definiert wurde (Abbildung 4). Die Linea antica stellt am regelmäßigen Huf die Verbindungslinie zwischen dem Koronion (vorderster Punkt der Krone) und dem Basion (vorderster Punkt der Bodenfläche) dar.

Die Messung der Seitenwandwinkel ( $\beta$ ,  $\chi$ ) erfolgte an den weitesten Stellen des Hufes, wobei hierzu der Winkelmesser senkrecht zur Standfläche des Hufes an die jeweilige Seitenwand angelegt wurde (Abbildung 5).

Der Trachtenwandwinkel ( $\delta$ ) wurde zwischen der Bodenfläche und der Kante, welche durch die Umbiegung der Wand in die Eckstrebe entsteht, gemessen (Abbildung 4).



Abb. 4:  $\alpha$ : Vorderwandwinkel VWW  
 $\delta$ : Trachtenwandwinkel TWW

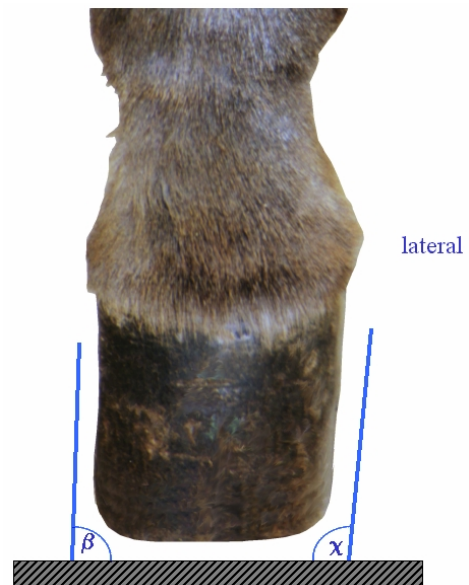


Abb. 5: Seitenwandwinkel SWW  
 $\beta$ : medial  $\chi$ : lateral



Abb. 6: Winkelmesser

### 3.2.3 Messung der Längen der Hufwand

Für die Bestimmung verschiedener Längenparameter der Hufwand wurde ein flexibles Maßband mit Millimetereinteilung verwendet. Die Vorderwandlänge wurde entlang der Linea antica gemessen, die Messung der Seitenwandlängen erfolgte entlang der von MEIER (1917) definierten Linea lateralis bzw. medialis, welche lateral bzw. medial die weiteste Stelle der Krone mit der weitesten Stelle des Tragerandes verbindet (Abbildung 7, S. 38). Der oberste Messpunkt war bei diesen Parametern die von SUSTMANN (1913 b) definierte Kronrinne, welche als Vertiefung im Bereich des Kronsaums zu palpieren ist.

Während die Vorderwandlänge und die Seitenwandlängen am belasteten Huf gemessen wurden, erfolgte die Bestimmung der Trachtenwandlängen am aufgehobenen Huf.

Für die Messung der Trachtenwandlängen wurde die von MEIER (1917) definierte Linea postica lateralis bzw. medialis verwendet. Diese Linie erstreckt sich vom Postremum coronae lateralis bzw. medialis zum Postremum basilare lateralis bzw. medialis, wodurch lateral und medial die beiden hintersten Grenzpunkte von Kronsaum und Tragerand verbunden werden (Abbildung 7, S. 38).

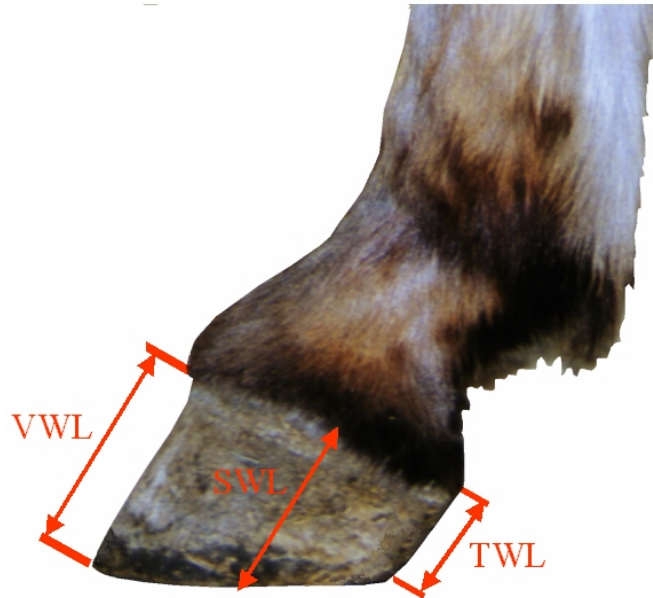


Abb. 7: Vorderwandlänge VWL, Seitenwandlänge SWL, Trachtenwandlänge TWL

### 3.2.4 Messung der Umfänge des Hufes

Der Kron- und der Tragerandumfang der Hufe wurde ebenfalls mit einem flexiblen Maßband mit Millimetereinteilung ermittelt (Abbildung 8 und Abbildung 9). Die Messung dieser Parameter erfolgte am aufgehobenen Huf.



Abb. 8: Kronumfang



Abb. 9: Tragerandumfang

---

### 3.2.5 Messung der Durchmesser des Hufes

Zur Ermittlung der Durchmesser am Huf wurde eine Schieblehre verwendet. Der Krondurchmesser wurde am belasteten Huf bestimmt. Als Messpunkte dienten die beiden weitesten Stellen am Kronrand (Abbildung 10), von MEIER (1917) definiert als *Extremum laterale coronae* und *Extremum mediale coronae*. Die Messung des Trageranddurchmessers erfolgte am aufgehobenen Huf, wobei als Messpunkte die beiden weitesten Stellen des Tragerandes verwendet wurden, die MEIER (1917) als *Extremum laterale basilare* und *Extremum mediale basilare* bezeichnet hat (Abbildung 11).



Abb. 10: Krondurchmesser KD



Abb. 11: Trageranddurchmesser TD

### 3.2.6 Messung des Hufhornwachstums

Um das Hufhornwachstum zu bestimmen, wurde mittels einer Feile etwa 2 cm distal von der sogenannten Kronrinne eine Kerbe an der Vorderwand und den Seitenwänden des Hufes angebracht. Die Messung erfolgte mittels eines flexiblen Maßbandes mit Millimetereinteilung von der fühlbaren Vertiefung am Kronrand bis zur nächstliegenden Kerbe. Eine Kerbe konnte in Abhängigkeit vom Wachstum des Hufhorns über mehrere Messintervalle genutzt werden.

---

### 3.3 Statistische Auswertung

Durch eine regelmäßige Ermittlung der in Tabelle 9 (S. 35) aufgeführten Parameter konnten sowohl die absoluten Hufmaße als auch die Änderung der Maße zwischen den Hufpflegemaßnahmen durch den Hufschmied erfasst werden. Die Ergebnisse der Verlaufsmessungen wurden einheitlich auf 28 Tage umgerechnet.

Da aufgrund der geringen Grundgesamtheit an Probanden nicht von einer Normalverteilung der Werte ausgegangen werden konnte, wurde bei der Auswertung mit Medianwerten und nicht mit Mittelwerten gearbeitet. Um statistische Unterschiede und Änderungen zu erfassen, wurden die Messwerte entsprechend aufgearbeitet. Für Vergleiche zwischen Vorder- und Hinterhufen oder zwischen jungen und alten Tieren wurde hierbei ein zweiseitiger t-Test für unabhängige Stichproben unterschiedlicher Varianz herangezogen. Vergleiche zwischen Sommer- und Wintermonaten oder zwischen erstem und zweitem Messintervall (zunehmender Abstand zur Hufpflege) wurden mittels eines zweiseitigen t-Testes für abhängige Stichproben ausgewertet. Die Änderung der Messwerte im 28-tägigen Beobachtungsintervall wird mittels eines zweiseitigen t-Testes für gepaarte Stichproben ausgewertet. Als Signifikanzniveau wurde jeweils ein  $p\text{-Wert} \leq 0,05$  als signifikant gesetzt.

Für eine Untersuchung über den Einfluss des Alters der Tiere auf die ermittelten Parameter wurde folgende Einteilung getroffen:

„Ältere Tiere“ = Probanden 1,2,3,4,5 (Geburtsjahr 1982 bis 1989)

„Jüngere Tiere“ = Probanden 6,7,8 (Geburtsjahr 1997 bis 1998)

Um eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Hufparameter auswerten zu können, wurden als „Sommer“ die Monate April bis Oktober und als „Winter“ die Monate November bis März definiert. Von einem Vergleich der Parameter hinsichtlich geschlechtsgebundener Unterschiede wurde abgesehen, da sich unter den Probanden 1 bis 8 lediglich zwei männliche Tiere befanden. Für die Untersuchung über den Einfluss des zunehmenden Abstandes zur Hufpflege wurde der erste Untersuchungsabschnitt nach der letzten Hufpflege durch den Hufschmied als „1. Intervall“ und der darauffolgende Abschnitt als „2. Intervall“ bezeichnet.

Die Probanden 9 und 10 wurden wegen ihres geringen Alters als Einzelfälle betrachtet. Die statistische Auswertung erfolgte mittels der Computerprogramme SPSS und Microsoft Excel.

## 4. Ergebnisse

Alle in Tabelle 9 (S. 35) aufgeführten Parameter wurden an den einzelnen Probanden (Tabelle 8, S. 33) über den gesamten Untersuchungszeitraum getrennt an Vorder- und Hinterhuf ermittelt. Für die Auswertung wurde aus den entsprechenden Werten jedes Parameters der Median gebildet, der in den nachfolgenden Tabellen zusammen mit weiteren statistischen Maßzahlen wie Minimum, unterem Quartil, oberem Quartil und Maximum aufgeführt ist. Des weiteren wird die Differenz zwischen den zu vergleichenden Medianen angegeben sowie die Signifikanz der Unterschiede (p) und die Anzahl der Messungen (N). In den Kapiteln 4.1 bis einschließlich 4.4 werden ausschließlich die Werte der Probanden 1 bis 8 berücksichtigt. Die Probanden 9 und 10 werden im Kapitel 4.5 gesondert betrachtet. Winkel werden in Grad und Längen in Zentimetern angegeben.

### 4.1 Absolute Hufmaße

In Tabelle 10 werden die am Vorderhuf der Eselherde ermittelten absoluten Hufmaße zusammengefasst.

<b>Vorderhuf</b>	<b>Vorderwandwinkel</b> [°]	<b>Seitenwandwinkel medial</b> [°]	<b>Seitenwandwinkel lateral</b> [°]	<b>Trachtenwandwinkel medial</b> [°]	<b>Trachtenwandwinkel lateral</b> [°]	<b>Vorderwandlänge</b> [cm]	<b>Seitenwandlänge medial</b> [cm]	<b>Seitenwandlänge lateral</b> [cm]	<b>Trachtenwandlänge medial</b> [cm]	<b>Trachtenwandlänge lateral</b> [cm]	<b>Tragerandumfang</b> [cm]	<b>Kronumfang</b> [cm]	<b>Trageranddurchmesser</b> [cm]	<b>Krondurchmesser</b> [cm]
<b>Median</b>	59	89	97	126	123	6,8	5,5	5,5	3,7	3,6	26,5	23,9	6,5	6,3
<b>Minimum</b>	41	74	88	112	108	5,1	4,3	4,4	2,9	2,8	22,3	20,5	5,7	5,6
<b>Unteres Quartil</b>	53	85	93	121	119	6,3	5,1	5,1	3,5	3,3	25,2	23,0	6,2	6,1
<b>Oberes Quartil</b>	63	94	99	130	127	9,1	7,3	7,3	5,3	4,5	27,4	24,7	6,7	6,6
<b>Maximum</b>	68	106	107	146	136	7,3	6,2	5,8	4,0	3,9	29,0	25,6	7,2	6,8

Tab. 10: Absolute Hufmaße am Vorderhuf

In Tabelle 11 werden die am Hinterhuf der Eselherde ermittelten absoluten Hufmaße zusammengefasst.

<i>Hinterhuf</i>	<i>Vorderwandwinkel</i> [°]	<i>Seitenwandwinkel medial</i> [°]	<i>Seitenwandwinkel lateral</i> [°]	<i>Trachtenwandwinkel medial</i> [°]	<i>Trachtenwandwinkel lateral</i> [°]	<i>Vorderwandlänge</i> [cm]	<i>Seitenwandlänge medial</i> [cm]	<i>Seitenwandlänge lateral</i> [cm]	<i>Trachtenwandlänge medial</i> [cm]	<i>Trachtenwandlänge lateral</i> [cm]	<i>Tragerandumfang</i> [cm]	<i>Kronumfang</i> [cm]	<i>Trageranddurchmesser</i> [cm]	<i>Krondurchmesser</i> [cm]
<b>Median</b>	57	90	94	130	126	7,0	5,1	5,0	3,3	3,1	25,2	23,1	5,8	6,0
<b>Minimum</b>	45	83	85	114	111	5,5	4,1	4,1	2,5	2,0	21,9	20,0	5,3	5,2
<b>Unteres Quartil</b>	53	89	91	125	123	6,7	4,8	4,8	3,1	3,0	24,2	22,5	5,7	5,8
<b>Oberes Quartil</b>	59	93	97	135	130	8,7	5,9	6,0	4,9	4,6	26,2	23,9	6,0	6,1
<b>Maximum</b>	68	100	103	145	139	7,5	5,3	5,2	3,6	3,4	29,1	25,6	6,3	6,4

Tab. 11: Absolute Hufmaße am Hinterhuf

Durch die absoluten Hufmaße wird die Form der Vorder- und Hinterhufe und somit der regelmäßige Huf der untersuchten Eselpopulation (Probanden 1,2,3,4,5,6,7,8) definiert.



#### 4.1.1 Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen Vorder- und Hinterhufen

Beim statistischen Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen Vorder- und Hinterhuf ergaben sich für folgende Parameter signifikante Unterschiede: mediale und laterale Seitenwandlänge, mediale und laterale Trachtenwandlänge, Trageranddurchmesser und Krondurchmesser.

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [°]	<i>unteres Quartil</i> [°]	<i>Median</i> [°]	<i>Differenz der Mediane</i> [°]	<i>oberes Quartil</i> [°]	<i>Maximum</i> [°]
<i>VH</i>	<i>VWW</i>	0,50	8	41	53	59	2	63	68
<i>HH</i>	<i>VWW</i>		8	45	53	57		59	68
<i>VH</i>	<i>SWWM</i>	0,81	8	74	86	89	-1	94	106
<i>HH</i>	<i>SWWM</i>		8	83	89	90		93	100
<i>VH</i>	<i>SWWL</i>	0,08	8	88	93	97	3	99	107
<i>HH</i>	<i>SWWL</i>		8	85	91	94		97	103
<i>VH</i>	<i>TWWM</i>	0,32	8	112	122	126	-4	130	146
<i>HH</i>	<i>TWWM</i>		8	114	125	130		135	145
<i>VH</i>	<i>TWWL</i>	0,24	8	108	119	123	-3	127	136
<i>HH</i>	<i>TWWL</i>		8	111	123	126		130	139

Tab. 12: Statistische Maßzahlen zur Winkelung an Vorder- und Hinterhufen (absolute Hufmaße)

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [cm]	<i>unteres Quartil</i> [cm]	<i>Median</i> [cm]	<i>Differenz der Mediane</i> [cm]	<i>oberes Quartil</i> [cm]	<i>Maximum</i> [cm]
<i>VH</i>	<i>VWL</i>	0,64	8	5,1	6,3	6,8	-0,2	9,1	7,3
<i>HH</i>	<i>VWL</i>		8	5,5	6,7	7,0		8,7	7,5
<i>VH</i>	<i>SWLM</i>	0,03	8	4,3	5,1	5,5	0,4	7,3	6,2
<i>HH</i>	<i>SWLM</i>		8	4,1	4,8	5,1		5,9	5,3
<i>VH</i>	<i>SWLL</i>	0,04	8	4,4	5,1	5,5	0,5	7,3	5,8
<i>HH</i>	<i>SWLL</i>		8	4,1	4,8	5,0		6,0	5,2
<i>VH</i>	<i>TWLM</i>	0,02	8	2,9	3,5	3,7	0,4	5,3	4,0
<i>HH</i>	<i>TWLM</i>		8	2,5	3,1	3,3		4,9	3,6
<i>VH</i>	<i>TWLL</i>	0,02	8	2,8	3,3	3,6	0,5	4,5	3,9
<i>HH</i>	<i>TWLL</i>		8	2,0	3,0	3,1		4,6	3,4

Tab. 13: Statistische Maßzahlen zu den Wandlängen an Vorder- und Hinterhufen (absolute Hufmaße)

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum [cm]</i>	<i>unteres Quartil [cm]</i>	<i>Median [cm]</i>	<i>Differenz der Mediane [cm]</i>	<i>oberes Quartil [cm]</i>	<i>Maxi- mum [cm]</i>
<i>VH</i>	<i>TU</i>	0,15	8	22,3	25,2	26,5	1,3	27,4	29,0
<i>HH</i>	<i>TU</i>		8	21,9	24,2	25,2		26,2	29,1
<i>VH</i>	<i>KU</i>	0,16	8	20,5	23,0	23,9	0,8	24,7	25,6
<i>HH</i>	<i>KU</i>		8	20,0	22,5	23,1		23,9	25,6
<i>VH</i>	<i>TD</i>	0,005	8	5,7	6,2	6,5	0,7	6,7	7,2
<i>HH</i>	<i>TD</i>		8	5,3	5,7	5,8		6,0	6,3
<i>VH</i>	<i>KD</i>	0,001	8	5,6	6,1	6,3	0,3	6,6	6,8
<i>HH</i>	<i>KD</i>		8	5,2	5,8	6,0		6,1	6,4

Tab. 14: Statistische Maßzahlen zu den Umfängen und Durchmessern an Vorder- und Hinterhufen (absolute Hufmaße)

#### 4.1.2 Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln

##### 4.1.2.1 Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln am Vorderhuf

Beim statistischen Vergleich der absoluten Maße des Vorderhufs zwischen der Gruppe der „jüngeren Esel“ (Probanden 6,7,8) und der Gruppe der „älteren Esel“ (Probanden 1,2,3,4,5) ergaben sich signifikante Unterschiede im medialen Seitenwandwinkel, der Vorderwandlänge sowie der medialen und lateralen Seitenwandlänge.

Die Darstellung der entsprechenden Werte erfolgt in den Tabellen 15 (S.45), 16 (S.45) und 17 (S.46).

<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [°]	<i>unteres Quartil</i> [°]	<i>Median</i> [°]	<i>Differenz der Mediane</i> [°]	<i>oberes Quartil</i> [°]	<i>Maximum</i> [°]
<i>jung</i>	<i>VWW</i>	0,09	3	53	60	62	7	64	68
<i>alt</i>	<i>VWW</i>		5	41	51	55		62	68
<i>jung</i>	<i>SWWM</i>	0,03	3	85	92	94	7	96	100
<i>alt</i>	<i>SWWM</i>		5	74	84	87		90	106
<i>jung</i>	<i>SWWL</i>	0,89	3	89	93	98	2	99	105
<i>alt</i>	<i>SWWL</i>		5	88	94	96		99	107
<i>jung</i>	<i>TWWM</i>	0,26	3	113	120	124	-4	127	136
<i>alt</i>	<i>TWWM</i>		5	112	123	128		132	146
<i>jung</i>	<i>TWWL</i>	0,20	3	111	117	121	-4	124	135
<i>alt</i>	<i>TWWL</i>		5	108	120	125		128	136

Tab. 15: Statistische Maßzahlen zur Winkelung der Vorderhufe bei jüngeren und älteren Eseln (absolute Hufmaße)

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [cm]	<i>unteres Quartil</i> [cm]	<i>Median</i> [cm]	<i>Differenz der Mediane</i> [cm]	<i>oberes Quartil</i> [cm]	<i>Maximum</i> [cm]
<i>jung</i>	<i>VWL</i>	0,007	3	5,1	6,0	6,1	-0,9	6,8	6,4
<i>alt</i>	<i>VWL</i>		5	5,8	6,8	7,0		9,1	7,7
<i>jung</i>	<i>SWLM</i>	0,005	3	4,3	4,7	5,0	-0,8	5,4	5,1
<i>alt</i>	<i>SWLM</i>		5	5,0	5,5	5,8		7,3	6,4
<i>jung</i>	<i>SWLL</i>	0,003	3	4,4	4,8	5,1	-0,6	5,8	5,2
<i>alt</i>	<i>SWLL</i>		5	4,8	5,4	5,7		7,3	6,0
<i>jung</i>	<i>TWLM</i>	0,39	3	3,0	3,5	3,6	-0,2	4,5	3,8
<i>alt</i>	<i>TWLM</i>		5	2,9	3,6	3,8		5,3	4,1
<i>jung</i>	<i>TWLL</i>	0,41	3	2,8	3,3	3,5	-0,1	4,2	3,7
<i>alt</i>	<i>TWLL</i>		5	2,8	3,4	3,6		4,5	4,0

Tab. 16: Statistische Maßzahlen zu den Wandlängen der Vorderhufe bei jüngeren und älteren Eseln (absolute Hufmaße)

<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [cm]	<i>unteres Quartil</i> [cm]	<i>Median</i> [cm]	<i>Differenz der Mediane</i> [cm]	<i>oberes Quartil</i> [cm]	<i>Maximum</i> [cm]
<i>jung</i>	<i>TU</i>	0,08	3	22,3	23,2	24,1	-3,0	25,2	26,8
<i>alt</i>	<i>TU</i>		5	25,3	26,3	27,1		27,8	29,0
<i>jung</i>	<i>KU</i>	0,22	3	20,5	21,3	22,3	-1,8	23,1	24,9
<i>alt</i>	<i>KU</i>		5	23,3	23,7	24,1		24,9	25,6
<i>jung</i>	<i>TD</i>	0,17	3	5,7	5,8	6,1	-0,6	6,2	6,8
<i>alt</i>	<i>TD</i>		5	6,1	6,5	6,7		6,8	7,2
<i>jung</i>	<i>KD</i>	0,58	3	5,6	5,7	6,2	-0,3	6,5	6,8
<i>alt</i>	<i>KD</i>		5	5,8	6,2	6,5		6,6	6,8

Tab. 17: Statistische Maßzahlen zu den Umfängen und Durchmessern der Vorderhufe bei jüngeren und älteren Eseln (absolute Hufmaße)

#### 4.1.2.2 Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln am Hinterhuf

Am Hinterhuf konnten beim statistischen Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen „jüngeren Eseln“ und „älteren Eseln“ bei folgenden Parametern signifikante Unterschiede festgestellt werden: medialer Seitenwandwinkel, Vorderwandlänge, mediale und laterale Seitenwandlänge.

Die Darstellung der entsprechenden Werte erfolgt in den Tabellen 18 (S.46), 19 (S.47) und 20 (S.47).

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [°]	<i>unteres Quartil</i> [°]	<i>Median</i> [°]	<i>Differenz der Mediane</i> [°]	<i>oberes Quartil</i> [°]	<i>Maximum</i> [°]
<i>jung</i>	<i>VWW</i>	0,74	3	47	52	55	-2	57	62
<i>alt</i>	<i>VWW</i>		5	45	53	57		61	68
<i>jung</i>	<i>SWWM</i>	0,03	3	86	91	93	4	95	100
<i>alt</i>	<i>SWWM</i>		5	83	88	89		91	94
<i>jung</i>	<i>SWWL</i>	0,78	3	85	88	94	-1	96	99
<i>alt</i>	<i>SWWL</i>		5	85	92	95		97	103
<i>jung</i>	<i>TWWM</i>	0,52	3	117	125	132	2	135	142
<i>alt</i>	<i>TWWM</i>		5	114	125	130		134	145
<i>jung</i>	<i>TWWL</i>	0,47	3	111	123	126	-1	130	136
<i>alt</i>	<i>TWWL</i>		5	112	123	127		132	139

Tab. 18: Statistische Maßzahlen zur Winkelung der Hinterhufe bei jüngeren und älteren Eseln (absolute Hufmaße)

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum [cm]</i>	<i>unteres Quartil [cm]</i>	<i>Median [cm]</i>	<i>Differenz der Mediane [cm]</i>	<i>oberes Quartil [cm]</i>	<i>Maxi- mum [cm]</i>
<i>jung</i>	<i>VWL</i>	0,02	3	5,5	6,6	6,9	-0,4	7,1	7,6
<i>alt</i>	<i>VWL</i>		5	5,8	6,8	7,2		7,6	8,7
<i>jung</i>	<i>SWLM</i>	0,03	3	4,1	4,3	4,6	-0,7	4,8	5,3
<i>alt</i>	<i>SWLM</i>		5	4,7	5,1	5,3		5,4	5,9
<i>jung</i>	<i>SWLL</i>	0,02	3	4,1	4,5	4,7	-0,4	5,0	5,3
<i>alt</i>	<i>SWLL</i>		5	4,4	5,0	5,1		5,3	6,0
<i>jung</i>	<i>TWLM</i>	0,18	3	2,5	3,0	3,1	-0,5	3,2	3,8
<i>alt</i>	<i>TWLM</i>		5	2,7	3,3	3,5		3,8	4,9
<i>jung</i>	<i>TWLL</i>	0,27	3	2,2	2,8	3,0	-0,2	3,2	3,8
<i>alt</i>	<i>TWLL</i>		5	2,0	3,0	3,2		3,5	4,6

Tab. 19: Statistische Maßzahlen zu den Wandlängen der Hinterhufe bei jüngeren und älteren Eseln (absolute Hufmaße)

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum [cm]</i>	<i>unteres Quartil [cm]</i>	<i>Median [cm]</i>	<i>Differenz der Mediane [cm]</i>	<i>oberes Quartil [cm]</i>	<i>Maxi- mum [cm]</i>
<i>jung</i>	<i>TU</i>	0,36	3	21,9	23,3	24,0	-1,7	25,3	26,2
<i>alt</i>	<i>TU</i>		5	23,2	24,9	25,7		26,9	29,1
<i>jung</i>	<i>KU</i>	0,41	3	20,0	20,8	21,8	-1,8	22,5	24,1
<i>alt</i>	<i>KU</i>		5	22,6	23,0	23,6		24,1	25,6
<i>jung</i>	<i>TD</i>	0,28	3	5,3	5,5	5,6	-0,3	5,8	6,0
<i>alt</i>	<i>TD</i>		5	5,5	5,8	5,9		6,1	6,3
<i>jung</i>	<i>KD</i>	0,76	3	5,2	5,4	5,8	-0,2	6,1	6,4
<i>alt</i>	<i>KD</i>		5	5,8	5,9	6,0		6,1	6,4

Tab. 20: Statistische Maßzahlen zu den Umfängen und Durchmesser der Hinterhufe bei jüngeren und älteren Eseln (absolute Hufmaße)

---

#### **4.1.2.3 Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln- Verhältnis Trageranddurchmesser zu Krondurchmesser**

Beim Vergleich des Verhältnisses von Trageranddurchmesser zu Krondurchmesser zwischen jüngeren und älteren Eseln ergaben sich sowohl am Vorderhuf als auch am Hinterhuf signifikante Unterschiede.

	<b>Jung</b>	<b>Alt</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Vorderhuf</b>	<b>0,99:1</b>	<b>1,04:1</b>	<b>0,03</b>
<b>Hinterhuf</b>	<b>0,98:1</b>	<b>1,01:1</b>	<b>0,02</b>

Tab. 21: Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen jüngeren und älteren Eseln-  
Verhältnis Trageranddurchmesser zu Krondurchmesser

#### **4.1.3 Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen Sommer und Winter**

Es konnten keine signifikanten Unterschiede bei dem statistischen Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen Sommer und Winter festgestellt werden. Die entsprechenden Werte werden im Anhang in Tabelle 34 und Tabelle 35 dargestellt.

## 4.2 Änderungen der gemessenen Parameter pro Zeitintervall (28 Tage)

In Tabelle 22 werden die Werte der Änderungen der ermittelten Parameter an Vorder- und Hinterhuf zusammengefasst. Die Änderungen der einzelnen Parameter sind einheitlich auf ein Zeitintervall von 28 Tagen umgerechnet.

	<i>Vorderwandwinkel</i> [°]	<i>Seitenwandwinkel medial</i> [°]	<i>Seitenwandwinkel lateral</i> [°]	<i>Trachtenwandwinkel medial</i> [°]	<i>Trachtenwandwinkel lateral</i> [°]	<i>Vorderwandlänge</i> [cm]	<i>Seitenwandlänge medial</i> [cm]	<i>Seitenwandlänge lateral</i> [cm]	<i>Trachtenwandlänge medial</i> [cm]	<i>Trachtenwandlänge lateral</i> [cm]	<i>Tragerand Umfang</i> [cm]	<i>Kronumfang</i> [cm]	<i>Trageranddurchmesser</i> [cm]	<i>Krondurchmesser</i> [cm]
<b>Vorderhuf</b>	0	0	0	-1	0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Hinterhuf</b>	0	0	0	-1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 22: Änderung der gemessenen Parameter an Vorder- und Hinterhuf

### 4.2.1 Vergleich der Änderungen zwischen Vorder- und Hinterhufen

Beim statistischen Vergleich der Änderungen der Parameter zwischen Vorder- und Hinterhufen waren signifikante Unterschiede bei Vorderwandlänge und lateraler Seitenwandlänge feststellbar.

Die Darstellung der entsprechenden Werte erfolgt in den Tabellen 23 (S.50), 24 (S.50) und 25 (S.51).

<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [°]	<i>unteres Quartil</i> [°]	<i>Median</i> [°]	<i>Differenz der Mediane</i> [°]	<i>oberes Quartil</i> [°]	<i>Maximum</i> [°]
<i>VH</i>	<i>VWW</i>	0,67	8	-6	-1	0	0	1	7
<i>HH</i>	<i>VWW</i>		8	-8	-1	0		2	10
<i>VH</i>	<i>SWWM</i>	0,15	8	-16	-2	0	0	1	13
<i>HH</i>	<i>SWWM</i>		8	-7	-1	0		2	7
<i>VH</i>	<i>SWWL</i>	0,57	8	-9	-1	0	0	2	8
<i>HH</i>	<i>SWWL</i>		8	-6	-1	0		1	10
<i>VH</i>	<i>TWWM</i>	0,66	8	-10	-3	-1	0	1	12
<i>HH</i>	<i>TWWM</i>		8	-26	-3	-1		2	15
<i>VH</i>	<i>TWWL</i>	0,36	8	-11	-2	0	0	2	12
<i>HH</i>	<i>TWWL</i>		8	-15	-3	0		4	12

Tab. 23: Statistische Maßzahlen zur Änderung der Winkelung an Vorder- und Hinterhufen

<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [cm]	<i>unteres Quartil</i> [cm]	<i>Median</i> [cm]	<i>Differenz der Mediane</i> [cm]	<i>oberes Quartil</i> [cm]	<i>Maximum</i> [cm]
<i>VH</i>	<i>VWL</i>	0,02	8	-1,1	-0,1	0,1	0,1	0,2	1,4
<i>HH</i>	<i>VWL</i>		8	-0,6	-0,1	0,0		0,2	1,3
<i>VH</i>	<i>SWLM</i>	0,44	8	-0,9	-0,2	0,0	0,0	0,2	1,0
<i>HH</i>	<i>SWLM</i>		8	-0,7	-0,2	0,0		0,2	0,8
<i>VH</i>	<i>SWLL</i>	0,01	8	-25,6	-2,5	0,1	0,1	2,4	14,8
<i>HH</i>	<i>SWLL</i>		8	-1,1	-0,2	0,0		0,2	0,8
<i>VH</i>	<i>TWLM</i>	0,22	8	-14,5	-2,8	0,0	0,0	4,3	12,2
<i>HH</i>	<i>TWLM</i>		8	-1,2	-0,2	0,0		0,1	1,0
<i>VH</i>	<i>TWLL</i>	0,16	8	-1,0	-0,1	0,0	0,0	0,2	1,5
<i>HH</i>	<i>TWLL</i>		8	-0,8	-0,2	0,0		0,1	0,9

Tab. 24: Statistische Maßzahlen zur Änderung der Wandlängen an Vorder- und Hinterhufen



<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [cm]	<i>unteres Quartil</i> [cm]	<i>Median</i> [cm]	<i>Differenz der Mediane</i> [cm]	<i>oberes Quartil</i> [cm]	<i>Maximum</i> [cm]
<i>VH</i>	<i>TU</i>	0,69	8	-1,3	-0,2	0,0	0,0	0,3	2,0
<i>HH</i>	<i>TU</i>		8	-1,1	-0,3	0,0		0,3	1,7
<i>VH</i>	<i>KU</i>	0,74	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,6
<i>HH</i>	<i>KU</i>		8	-1,1	0,0	0,0		0,1	0,8
<i>VH</i>	<i>TD</i>	0,67	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,5
<i>HH</i>	<i>TD</i>		8	-0,4	0,0	0,0		0,1	0,3
<i>VH</i>	<i>KD</i>	0,22	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,2
<i>HH</i>	<i>KD</i>		8	-0,3	0,0	0,0		0,1	0,4

Tab. 25: Statistische Maßzahlen zur Änderung der Umfänge und Durchmesser an Vorder- und Hinterhufen

#### 4.2.2 Vergleich der Änderungen zwischen jüngeren und älteren Eseln

Es ergaben sich beim Vergleich der Änderungen zwischen „jüngeren Eseln“ und „älteren Eseln“ keine signifikanten Unterschiede. Eine tabellarische Darstellung der entsprechenden Werte erfolgt im Anhang (Tabelle 36 und Tabelle 37).

#### 4.2.3 Vergleich der Änderungen zwischen Sommer und Winter

Beim Vergleich der Änderungen zwischen Sommer und Winter waren ebenfalls keine signifikanten Unterschiede festzustellen, auch hier erfolgt die tabellarische Darstellung der entsprechenden Werte im Anhang (Tabelle 38 und Tabelle 39).

#### 4.2.4 Vergleich der Änderungen zwischen 1. Intervall und 2. Intervall

Auch beim Vergleich der Änderungen zwischen dem 1. und dem 2. Intervall waren keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Eine tabellarische Darstellung der entsprechenden Werte erfolgt im Anhang (Tabelle 40 und Tabelle 41).

### 4.3 Hufhornwachstum

Die Medianwerte des Hufhornwachstums an Vorderwand sowie medialer und lateraler Seitenwand betrugen am Vorder- und am Hinterhuf einheitlich 0,7 cm/ 28d.

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [cm]	<i>unteres Quartil</i> [cm]	<i>Median</i> [cm]	<i>Differenz der Mediane</i> [cm]	<i>oberes Quartil</i> [cm]	<i>Maximum</i> [cm]
<b>VH</b>	HWV	0,73	8	0,3	0,6	0,7	0,0	0,8	1,2
<b>HH</b>	HWV		8	0,3	0,6	0,7		0,8	1,2
<b>VH</b>	HWM	0,71	8	0,4	0,6	0,7	0,0	0,8	1,1
<b>HH</b>	HWM		8	0,3	0,6	0,7		0,8	1,2
<b>VH</b>	HWL	0,80	8	0,3	0,6	0,7	0,0	0,8	1,1
<b>HH</b>	HWL		8	0,3	0,6	0,7		0,8	1,2

Tab. 26: Hufhornwachstum in 28 Tagen- Vergleichend zwischen Vorder- und Hinterhuf

Beim statistischen Vergleich der Wachstumsraten zwischen „jüngeren Eseln“ und „älteren Eseln“ sowie zwischen Sommermonaten und Wintermonaten waren keine Unterschiede feststellbar.

### 4.4 Berechnete Parameter

#### 4.4.1 Abnutzung des Hufhorns

Der Wert für die Abnutzung von Hufhorn ergibt sich aus der mittleren Längenzunahme der entsprechenden Hufwand in 28 Tagen (Wachstumsrate) abzüglich der absoluten Längenänderung der Hufwand in 28 Tagen. Für den Vorderhuf konnte an der Vorderwand und der lateralen Seitenwand ein mittlerer Abnutzungswert von 0,6 cm/ 28 Tage festgestellt werden, der Abnutzungswert an der medialen Seitenwand lag bei 0,7 cm/ 28 Tage. Am Hinterhuf ergab sich für alle untersuchten Messstellen ein mittlerer Abnutzungswert von 0,7 cm/ 28 Tage. Beim Vergleich zwischen Vorder- und Hinterhuf

ergaben sich somit für den Hufhornabrieb der Vorderwand und der lateralen Seitenwand signifikante Unterschiede.

Beim Vergleich des Hufhornabriebs zwischen „jüngeren Eseln“ und „älteren Eseln“ sowie zwischen Sommer und Winter konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Die Medianwerte der Hufhornabnutzung der untersuchten Eselgruppe sowie die zugehörigen statistischen Maßzahlen sind in Tabelle 27 aufgeführt.

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i> [cm]	<i>unteres Quartil</i> [cm]	<i>Median</i> [cm]	<i>Differenz der Mediane</i> [cm]	<i>oberes Quartil</i> [cm]	<i>Maximum</i> [cm]
<b>VH</b>	HAV	0,01	8	-0,7	0,5	0,6	-0,1	0,8	1,8
<b>HH</b>	HAV		8	-0,5	0,5	0,7		0,9	1,2
<b>VH</b>	HAM	0,43	8	-0,3	0,4	0,7	0,0	0,9	1,5
<b>HH</b>	HAM		8	0,0	0,5	0,7		0,9	1,4
<b>VH</b>	HAL	0,03	8	-0,5	0,4	0,6	-0,1	0,9	1,5
<b>HH</b>	HAL		8	-0,1	0,5	0,7		0,9	1,7

Tab. 27: Hufhornabnutzung in 28 Tagen - Vergleichend zwischen Vorder- und Hinterhuf

#### 4.4.2 Verhältnis von Vorderwandlänge zu Trachtenwandlänge

Aus den Werten, die für Vorderwandlänge und Trachtenwandlänge ermittelt wurden, lassen sich folgende Verhältnisse erstellen (Tabelle 28).

<b>Vorderwandlänge: Trachtenwandlänge</b>	
<b>Vorderhuf</b>	<b>1,86: 1</b>
<b>Hinterhuf</b>	<b>2,19: 1</b>

Tab. 28: Verhältnis von Vorderwandlänge zu Trachtenwandlänge

Beim Vergleich dieses Verhältnisses zwischen Vorder- und Hinterhuf ergibt sich ein signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,01$ ).

#### 4.4.3 Huferneuerungszeit

Die Huferneuerungszeit gibt den Zeitraum an, welcher zur Erneuerung eines Wandabschnitts nötig ist. Dieser Zeitraum errechnet sich aus der Länge der entsprechenden Hufwand und der Wachstumsrate des Horns.

Huferneuerungszeit in Monaten			
	Vorderwand	Seitenwand	Trachtenwand
Vorderhuf	9,7	7,9	5,2
Hinterhuf	10,0	7,2	4,6

Tab. 29: Durchschnittliche Huferneuerungszeit der untersuchten Eselherde

#### 4.5 Eselfohlen und Jährling

Die Probanden 9 und 10 wurden aufgrund ihres geringen Alters und der damit verbundenen geringen Größe der Hufe keiner Gruppe in der Auswertung zugeordnet, sie werden als Einzelfälle betrachtet. Bei diesen beiden Tieren wurden nur die absoluten Hufmaße und keine Änderungen bestimmt. Aus den Werten jedes Parameters wurden getrennt für beide Esel der Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und die Standardabweichung ( $s$ ) berechnet. Bei Proband 9 wurden die Werte der ermittelten Parameter außerdem in Abhängigkeit zum Lebensalter in zwei Wertegruppen unterteilt:

Wertegruppe A: 7. bis 12. Lebensmonat

Wertegruppe B: 13. bis 18. Lebensmonat

Siehe dazu Tabelle 30 (S.55) und Tabelle 31 (S.56)

			Proband 9													
			Vorderwandwinkel [°]	Seitenwandwinkel medial [°]	Seitenwandwinkel lateral [°]	Trachtenwandwinkel medial [°]	Trachtenwandwinkel lateral [°]	Vorderwandlänge [cm]	Seitenwandlänge medial [cm]	Seitenwandlänge lateral [cm]	Trachtenwandlänge medial [cm]	Trachtenwandlänge lateral [cm]	Tragerandumfang [cm]	Kronumfang [cm]	Trageranddurchmesser [cm]	Krondurchmesser [cm]
7. bis 12. Lebensmonat	VH	x	61	95	97	123	121	5,3	3,8	4,2	3,2	3,2	20,5	18,8	4,9	5,2
		s	2	3	2	5	5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	1,0	0,7	0,2	0,1
	HH	x	58	94	89	129	126	5,9	3,8	4,1	2,9	3,1	20,0	18,6	4,6	4,8
		s	5	1	3	6	5	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	1,4	0,5	0,2	0,1
13. bis 18. Lebensmonat	VH	x	59	94	99	124	121	5,9	4,3	4,5	3,2	3,2	22,7	20,4	5,5	5,5
		s	1	3	2	2	3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,4	0,2	0,1
	HH	x	50	91	92	134	126	6,5	4,1	4,1	2,9	2,9	23,0	19,8	5,1	5,2
		s	2	2	2	3	3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,1	0,1

Tab. 30: Absolute Maße von Vorder- und Hinterhuf von Proband 9

			Proband 10													
			Vorderwandwinkel [°]	Seitenwandwinkel medial [°]	Seitenwandwinkel lateral [°]	Trachtenwandwinkel medial [°]	Trachtenwandwinkel lateral [°]	Vorderwandlänge [cm]	Seitenwandlänge medial [cm]	Seitenwandlänge lateral [cm]	Trachtenwandlänge medial [cm]	Trachtenwandlänge lateral [cm]	Tragerandumfang [cm]	Kronumfang [cm]	Trageranddurchmesser [cm]	Krondurchmesser [cm]
5. bis 8. Lebensmonat	VH	x	61	94	103	129	126	5,3	3,7	4,1	2,9	3,0	19,0	18,2	4,9	5,2
		s	5	2	2	2	2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,2	0,2
	HH	x	62	96	91	130	126	5,2	3,4	3,8	2,8	3,0	17,4	18,0	4,6	4,9
		s	1	1	3	1	1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	2,1	0,5	0,1	0,2

Tab. 31: Absolute Maße von Vorder- und Hinterhuf bei Proband 10

---

## 5. Diskussion

### 5.1 Hufform

Bei der Betrachtung der Werte für Winkelung und Längen der Hufe der untersuchten Eselgruppe bestätigt sich die Aussage von PRIETZ (1986), dass Eselhufe eine stumpfe und enge Hufform aufweisen.

Für den Vorderwandwinkel des stumpfen Hufes beim Pferd wird in der Literatur (PRIETZ 1986, RUTHE 1988, HERTSCH 1992) am Vorderhuf ein Wert von  $>50^\circ$  und am Hinterhuf ein Wert von  $>55^\circ$  angegeben. Vorderwand und Trachtenwand verlaufen am stumpfen Vorder- bzw. Hinterhuf jeweils parallel (HERTSCH 1992). Während das Längenverhältnis von Vorderwand zu Trachtenwand am regelmäßigen Vorderhuf mit 3:1 und am regelmäßigen Hinterhuf mit 2:1 angegeben wird, ist dieses Verhältnis am stumpfen Huf jeweils kleiner (RUTHE 1988).

Vergleichend zu diesen Angaben ist den untersuchten Eselhufen eine stumpfe Hufform zuzuschreiben, wobei der Vorderhuf einen Vorderwandwinkel von  $59^\circ$  aufweist und somit stumpfer ist als der Hinterhuf mit einem Vorderwandwinkel von  $57^\circ$ . Vorderwand und Trachtenwand verlaufen an Vorder- und Hinterhuf annähernd parallel. Lediglich das für den stumpfen Huf des Pferdes angegebene größere Vorderwand-Trachtenwand-Verhältnis ist für den untersuchten Hinterhuf (2:1) nicht zutreffend.

Beim Pferd ist eine stumpfe Hufform bei einer regelmäßig stumpf gewinkelten sowie einer rückständigen, rückbiegigen und bärenfüßigen Stellung der Gliedmaßen anzutreffen. Ein Extrem der stumpfen Hufform ist der sogenannte Bockhuf, bei dem Vorderwand und Trachtenwände mit dem Boden einen Winkel von etwa  $90^\circ$  bilden und der Kronrand fast horizontal verläuft (RUTHE 1988). Die stumpfe Hufform ist bei den untersuchten Eseln weniger durch eine rückständige oder rückbiegige Stellung der Gliedmaßen als viel mehr durch eine etwas steilere Fesselung und eine nach vorne gebrochene Huf-Fessel-Achse bedingt, welche nach POLLITT (1999) beim Esel natürlicherweise auftritt. Bei den Eseln der untersuchten Population ist eine nach vorne gebrochene Huf-Fessel-Achse vor allem am Vorderhuf festzustellen (Abbildung 12, S.61 und Abbildung 18, S.62).

Der enge Huf beim Pferd ist insgesamt höher als der regelmäßige Huf und seine Seitenwände stehen steiler, so dass die Form des Tragerandes als länglich-rund zu

---

bezeichnen ist, die Seitenwandwinkel betragen annähernd  $90^\circ$  und die Weite des Tragerandes ist nur etwa 1 cm größer als die des Kronrandes (RUTHE 1988). Diese Angaben sind für den Huf der untersuchten Esel ebenfalls zutreffend, wobei auffällt, dass der laterale Seitenwandwinkel mit  $97^\circ$  am Vorderhuf und  $94^\circ$  am Hinterhuf deutlich größer als  $90^\circ$  ist. An den untersuchten Vorderhufen ist der mittlere Trageranddurchmesser lediglich 0,2 cm größer als der Krondurchmesser, an den Hinterhufen ist er sogar um 0,2 cm kleiner als der Krondurchmesser. Zwischen Trageranddurchmesser und Krondurchmesser ergibt sich insgesamt eine Korrelation von 1,03:1 am Vorderhuf und von 0,98:1 am Hinterhuf.

Nach MÖLLER (1922 a), RUTHE (1988) und HERTSCH (1992) ist beim engen Huf des Pferdes die Hufsohle stärker gewölbt als beim regelmäßigen Huf und die Hufwand besitzt in der Regel eine festere und härtere Struktur als die eines regelmäßigen Hufes. Dadurch ist diese Hufform günstig für die Bewegung auf unebenem, hartem oder steinigem Boden, wie er in den ursprünglichen Nutzungsländern des Esels weit verbreitet ist.

Bei der untersuchten Eselpopulation war im Verhältnis zur Größe der Hufe ein sehr breiter und kräftiger Hornstrahl zu finden, der den Huf nach hinten über die Trachtenecken hinweg deutlich überragte.

Insgesamt ist zu beachten, dass die in der Literatur angegebenen Werte und Eigenschaften der jeweiligen Hufform ursprünglich für verschiedene Pferderassen gelten. Dies bedeutet, dass eine beim Pferd als stumpf und eng beschriebene Hufform nach den gewonnenen Erkenntnissen bei der untersuchten Eselpopulation durchaus als „regelmäßige“ Hufform bezeichnet werden kann.

Die Hufform der untersuchten Eselpopulation ähnelt der Hufform der Shetlandponys, die HERZBERG (1996) in seiner Arbeit untersucht hat. Auch HERZBERG (1996) beschreibt den regelmäßigen Huf der von ihm untersuchten Shetlandponyherde als stumpf und eng, wobei die Hufe der hier untersuchten Esel aufgrund der vergleichsweise größeren Seitenwandwinkel als noch enger bezeichnet werden können. Dies spiegelt sich auch beim Vergleich des Verhältnisses von Trageranddurchmesser zu Krondurchmesser wider, welches bei der Shetlandponyherde sowohl am Vorder- als auch am Hinterhuf deutlich größer ist als bei der Eselherde. Die Vorderwandwinkel sind bei den untersuchten Eseln und den Shetlandponys am Vorderhuf um lediglich  $1^\circ$  unterschiedlich und am Hinterhuf gleich groß, d. h. die beiden Hufformen sind als



---

gleich stumpf zu bezeichnen. Die Längenmaße an Vorderwand und Seitenwand sind bei der untersuchten Eselpopulation sowohl am Vorder- als auch am Hinterhuf deutlich größer, wodurch der Huf in diesem Gebiet höher ist als bei der von HERZBERG (1996) untersuchten Shetlandponyherde. Im Bereich der Trachten sind die Längen annähernd gleich. Betrachtet man Tragerandumfang und Kronumfang bei beiden Herden vergleichend, so sind diese Parameter bei den Shetlandponys sowohl am Vorder- als auch am Hinterhuf deutlich größer als bei den Eseln. Siehe dazu auch Tabelle 42 im Anhang.

Beim Vergleich der Medianwerte von Vorder- und Hinterhufen ist zu sehen, dass sich die Vorderwandlänge zwischen Vorder- und Hinterhuf nicht signifikant unterscheidet. Die Medianwerte der Seiten- und die Trachtenwandlängen am Hinterhuf (SWLM 5,1cm / SWLL 5,0cm / TWLM 3,3cm / TWLL 3,1cm) sind jedoch signifikant kleiner als am Vorderhuf (SWLM 5,5cm / SWLL 5,5cm / TWLM 3,7cm / TWLL 3,6cm). Auch HERZBERG (1996) und SCHREYER (1997) fanden bei ihren Untersuchungen an Hufen von Shetlandponys bzw. deutschen Reitpferden beim Vergleich von Vorder- und Hinterhufen signifikante Unterschiede bei den Seiten- und Trachtenwandlängen jedoch nicht bei der Vorderwandlänge. Beim statistischen Vergleich der Medianwerte der Winkelung von Vorder- und Hinterhuf sind weder im Bereich des Vorderwandwinkels noch bei Seiten- oder Trachtenwandwinkeln signifikante Unterschiede festzustellen. Daraus ergibt sich die Folgerung, dass der Vorderhuf im Bereich von Seiten- und Trachtenwand höher ist als der Hinterhuf.

Mittels der Werte von Krondurchmesser (VH 6,3cm / HH 6,0cm) und Trageranddurchmesser (VH 6,5cm / HH 5,8cm), die sich an Vorder- und Hinterhuf signifikant unterscheiden, ist der Vorderhuf breiter als der Hinterhuf einzustufen. Insgesamt ist somit der Vorderhuf größer als der Hinterhuf.

Die Medianwerte von Kronumfang und Tragerandumfang unterscheiden sich beim statistischen Vergleich zwischen Vorder- und Hinterhuf nicht signifikant. Dass beim Tragerandumfang trotz der großen Differenz der Werte an Vorder- und Hinterhuf der Unterschied nicht als signifikant nachzuweisen ist, lässt sich wahrscheinlich dadurch erklären, dass im Messgebiet, welches den hinteren Anteil des Strahls mit einbezieht, unterschiedlich stark mürbes bzw. lockeres Horn zu einer großen Streuung der Werte geführt hat.

---

Die Form des stumpfen und engen Hufes tritt in der Gruppe der Versuchstiere unabhängig vom Alter auf. In den beiden verglichenen Altersgruppen verlaufen sowohl am Vorder- als auch am Hinterhuf Vorderwand und Trachtenwand annähernd parallel. Beim statistischen Vergleich der Maßzahlen für die Winkelung der Hufe ergibt sich zwischen den Altersgruppen ein signifikanter Unterschied beim medialen Seitenwandwinkel (VH-JUNG 94°/ VH-ALT 87°/ HH-JUNG 93°/ HH-ALT 89°). Der mediale Seitenwandwinkel ist am Vorder- und Hinterhuf der „jüngeren Esel“ deutlich größer, wodurch die Hufform dieser Gruppe insgesamt als noch enger zu bezeichnen ist. Der Vorderwandwinkel, der laterale Seitenwandwinkel und die Trachtenwandwinkel sind nicht signifikant unterschiedlich. Die Tatsache, dass bei den jüngeren Tieren der Probandengruppe ein engerer Huf vorliegt als bei den älteren Tieren, wird auch durch das Verhältnis von Trageranddurchmesser zu Krondurchmesser untermauert. Am Vorderhuf ergibt sich bei der Gruppe der „jüngeren Esel“ ein Verhältnis von 0,99:1 und bei der Gruppe der „älteren Esel“ ein Verhältnis von 1,04:1. Am Hinterhuf ergibt sich bei der Gruppe der „jüngeren Esel“ ein Verhältnis von 0,98:1 und bei der Gruppe der „älteren Esel“ ein Verhältnis von 1,01:1. An Vorder- und Hinterhuf ist das Verhältnis von Trageranddurchmesser zu Krondurchmesser bei der Gruppe der „jüngeren Esel“ stets kleiner als bei der Gruppe der „älteren Esel“. Diese Tendenz ist auch bei einem Vergleich der Probanden 9 und 10 (Eselfohlen und Jährling) mit den Probanden 6, 7 und 8 („jüngere Esel“) zu erkennen.

Beim statistischen Vergleich der Maßzahlen für die Wandlängen der Hufe zwischen den Altersgruppen ergeben sich an Vorder- und Hinterhuf signifikante Unterschiede für die Vorderwandlänge (VH-JUNG 6,1cm / VH-ALT 7,0cm / HH-JUNG 6,9cm / HH-ALT 7,2cm) sowie die mediale (VH-JUNG 5,0cm / VH-ALT 5,8cm / HH-JUNG 4,6cm / HH-ALT 5,3cm) und laterale (VH-JUNG 5,1cm / VH-ALT 5,7 cm / HH-JUNG 4,7cm / HH-ALT 5,1cm) Seitenwandlänge. Die Trachtenwandlängen unterscheiden sich zwischen den Altersgruppen nicht signifikant. In der Gruppe der „jüngeren Esel“ sind die Werte der Vorderwandlänge und der Seitenwandlängen deutlich kleiner als in der Gruppe der „älteren Esel“, so dass in Abhängigkeit vom Lebensalter bei den jüngeren Tieren der Untersuchungsgruppe ein kleinerer Huf vorhanden ist.

Auf den nächsten Seiten (S.61/62) werden in den Abbildungen 12 bis 23 die Hufe von zwei Probanden aus der untersuchten Eselherde dargestellt. Die Abbildungen 24 und 25 (S. 63) zeigen diese Esel in der Seitenansicht.

---

Die Abbildungen 12 bis 17 zeigen Seiten-, Dorsal- und Sohlenansicht an Vorder- und Hinterhuf von Proband 5 aus der Gruppe der „älteren Esel“.



Abb. 12: Vorderhuf lateral



Abb. 13: Hinterhuf lateral



Abb. 14: Vorderhuf dorsal



Abb. 15: Hinterhuf schräg dorsal



Abb. 16: Vorderhuf Sohle



Abb. 17: Hinterhuf Sohle

---

Die Abbildungen 18 bis 23 zeigen Seiten-, Dorsal- und Sohlenansicht an Vorder- und Hinterhuf von Proband 6 aus der Gruppe der „jüngeren Esel“.



Abb. 18: Vorderhuf lateral



Abb. 19: Hinterhuf lateral



Abb. 20: Vorderhuf dorsal



Abb. 21:  
Hinterhuf schräg dorsal



Abb. 22: Vorderhuf Sohle



Abb. 23: Hinterhuf Sohle



Abb. 24: Seitenansicht Proband 5



Abb. 25: Seitenansicht Proband 6

---

## **5.2 Änderung der gemessenen Parameter**

Im Rahmen des beschriebenen Versuchsaufbaus konnten bei der untersuchten Eselherde im Verlauf von 28 Tagen Änderungen der Vorderwandlänge und der lateralen Seitenwandlänge am Vorderhuf um jeweils 0,1 cm festgestellt werden. Beim statistischen Vergleich der Änderungen der Parameter zwischen Vorder- und Hinterhufen erwiesen sich die Unterschiede bei Vorderwandlänge und lateraler Seitenwandlänge als signifikant.

Die Verkleinerung des medialen Trachtenwandwinkels an Vorder- und Hinterhuf um  $1^\circ$  ist als gering einzustufen und im Rahmen der Messgenauigkeit als fraglich zu bewerten. Bei der Änderung der gemessenen Parameter konnten weder beim Vergleich zwischen „jüngeren Eseln“ und „älteren Eseln“ noch beim Vergleich zwischen Sommer und Winter oder beim Vergleich zwischen dem 1. und dem 2. Messintervall signifikante Unterschiede festgestellt werden. Es waren also hinsichtlich der Änderungen bei der untersuchten Herde keine Abhängigkeit zum Lebensalter, zur Jahreszeit oder zum Abstand der letzten Hufpflege zu ermitteln.

Unter Berücksichtigung der natürlichen Messungenauigkeit und den relativ kleinen Abständen zwischen den Hufpflegeterminen ist davon auszugehen, dass sich manche Veränderungen in der Hufform einer Beobachtung entziehen. Durch eine Verlängerung des Zeitraums zwischen den Hufpflegemaßnahmen wäre eine Beurteilung der Änderungen der Hufparameter besser möglich. Die Intervalle von vier bzw. acht Wochen sind für eine Untersuchung dieser Art als zu kurz zu bewerten.

## **5.3 Hufhornwachstum**

Die Wachstumsrate des Hufhorns beträgt bei der untersuchten Eselherde sowohl am Vorder- als auch am Hinterhuf an der Vorderwand und den Seitenwänden einheitlich 0,7 cm in 28 Tagen.

Diese Wachstumsgeschwindigkeit ist somit übereinstimmend mit den Werten, die in der Literatur für Haflinger (RICHTER 1990) und Shetlandpony (HERZBERG 1996)

---

aufgeführt werden. Für das Hufhornwachstum beim Islandpony (LEU 1987) werden hingegen deutlich geringere Werte angegeben. Der Vergleich zu diesen Pferde- bzw. Ponyrassen wurde ausgewählt, da diese Rassen aus einem eher kargen Lebensraum stammen und somit eine ursprüngliche Gemeinsamkeit mit dem Esel haben.

In der Literatur wird von zahlreichen Autoren angegeben, dass die Wachstumsgeschwindigkeit bei jüngeren Tieren größer ist als bei älteren Tieren. Allerdings werden keine Angaben über eine Altersgrenze gemacht. Da bei der untersuchten Eselherde kein Unterschied im Wachstum zwischen der Gruppe der „jüngeren Esel“ und der Gruppe der „älteren Esel“ ermittelt werden konnte, ist möglicherweise davon auszugehen, dass die untersuchten Tiere insgesamt nicht mehr als „jung“ im Sinne der Literaturangaben einzustufen sind.

#### **5.4 Abnutzung des Hufhorns**

Die Abnutzung von Hufhorn an unbeschlagenen Hufen ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig. Ein Faktor ist die Belastung der einzelnen Wandabschnitte: Stark belastete Wandabschnitte werden schneller abgenutzt als schwächer belastete (FRIEDRICH 1930). Bei einer stumpfen Hufform wird die Vorderwand vermehrt belastet, bei einer engen Hufform werden durch eine zunehmende Senkrechtheitsstellung die Seitenwände mehr belastet. Insgesamt ist davon auszugehen, dass bei einem gleichzeitig stumpfen und engen Huf die Belastung und damit die Abnutzung relativ gleichmäßig verteilt ist. Dies würde sich in den relativ ähnlichen Werten, die für die Abnutzung an Vorder- und Seitenwand bei der untersuchten Eselherde ermittelt wurden, widerspiegeln.

Bei einer vergleichenden Betrachtung von Wachstums- und Abnutzungswerten fällt auf, dass diese nur sehr gering bzw. gar nicht differieren. Da die Haltung der untersuchten Esel in einem Gehege erfolgte, das teilweise befestigten Boden und teilweise Sandboden aufwies, konnte eine ständige Abnutzung von Hufhorn erfolgen und es stellte sich ein gutes Gleichgewicht zwischen Wachstum und Abnutzung ein. Durch den Hufschmied mussten vor allem lose Hornteile im Bereich des Strahls entfernt werden, eine Korrektur der Hufwände war nur in geringem Umfang bzw. gar nicht notwendig.

---

## 5.5 Verhältnis der Vorderwandlänge zur Trachtenwandlänge

Für den regelmäßigen Huf des Pferdes wird ein Vorderwand-Trachtenwand-Verhältnis von 3:1 am Vorderhuf und 2:1 am Hinterhuf angegeben. Das Vorderwand-Trachtenwand-Verhältnis, das für die untersuchte Eselherde ermittelt werden konnte, lag am Vorderhuf mit einem Wert von 1,86:1 deutlich darunter. Dieses Verhältnis zeigt, dass die Trachtenwände im Vergleich zur Vorderwand gegenüber einem sogenannten regelmäßigen Huf beim Pferd stark verlängert sind. Dies ist ein typisches Merkmal für eine stumpfe Hufform. Das am Hinterhuf der Eselherde ermittelte Vorderwand-Trachtenwand-Verhältnis von 2,19:1 ist mit dem entsprechenden Wert am regelmäßigen Hinterhuf eines Pferdes vergleichbar, allerdings ist aufgrund der Winkelung der Vorderwand auch der Hinterhuf der untersuchten Eselherde als stumpfer Huf zu bezeichnen. Beim statistischen Vergleich dieses Verhältnisses zwischen Vorder- und Hinterhuf ergibt sich ein signifikanter Unterschied mit  $p \leq 0,01$ . Zur praktischen Anwendung ist es allerdings sinnvoll sowohl am Vorderhuf als auch am Hinterhuf von einem Verhältnis von 2:1 zwischen Vorderwandlänge und Trachtenwandlänge auszugehen. Dieses Verhältnis entspricht bei der untersuchten Population einem regelmäßigen Eselhuf.

## 5.6 Huferneuerungszeit

Durch die Huferneuerungszeit wird der Zeitraum angegeben, der zur Erneuerung des Wandhorns nötig ist. In der Literatur sind für die Vorderwand am Huf des Pferdes Huferneuerungszeiten von 12 bis 14 Monaten angegeben. Im Gegensatz dazu sind die Werte bei der untersuchten Eselherde deutlich geringer. Die Huferneuerungszeit beträgt bei der untersuchten Population am Vorderhuf 9,7 Monate und am Hinterhuf 10,0 Monate. Die bei der Eselherde ermittelten Huferneuerungszeiten von Seiten- und Trachtenwand sind mit den Literaturangaben für die jeweiligen Huferneuerungszeiten beim Pferd vergleichbar (siehe Tabelle 4, S.23). Dies liegt in der für die untersuchte Eselpopulation als „regelmäßig“ ermittelten Hufform begründet. Betrachtet man das Hufhornwachstum und die Hufgröße beim Pferd und den untersuchten Eseln



---

vergleichend, so wird deutlich, dass bei annähernd gleicher Wachstumsrate des Hufhorns die Differenz der Huferneuerungszeit in der unterschiedlichen Hufgröße beider Spezies liegt. Der deutlich kleinere Huf des Esels führt unter dieser Voraussetzung insgesamt zu einer kürzeren Huferneuerungszeit.

### **5.7 Eselfohlen und Jährling als Einzelfälle**

Aufgrund ihres geringen Lebensalters und der damit verbundenen geringen Größe der Hufe konnten die Probanden 9 und 10 nicht in die Auswertung der anderen Probanden miteinbezogen werden und wurden deshalb als Einzelfälle betrachtet. Die Messungen an den Hufen erfolgten bei Proband 9 vom 7. bis zum 18. Lebensmonat und bei Proband 10 vom 5. bis zum 8. Lebensmonat. Da sich in diesem Altersabschnitt die Hufe in ihrer Größe stark verändern, wurden die bei Proband 9 erhobenen Werte zur besseren Beurteilung in zwei Wertegruppen ( A: 7. bis 12. Lebensmonat/ B: 13. bis 18. Lebensmonat) zusammengefasst. Die einzelnen Werte sind in Tabelle 29 (S.54) und Tabelle 30 (S.55) aufgeführt.

Die Hufform ist bei Proband 10 und bei Proband 9, mit Ausnahme des Hinterhufs bei Proband 9 Wertegruppe B, als stumpf und an allen gemessenen Hufen beider Probanden als eng zu bezeichnen. Es fällt auf, dass die Winklung der Vorderwand vor allem an den Hinterhufen mit zunehmendem Lebensalter kleiner wird. Gleichzeitig wird das Vorderwand-Trachtenwand-Verhältnis der Hinterhufe tendenziell größer, da sich die Vorderwand in ihrer Länge stärker verändert als die Trachtenwände. Während sich bei Proband 10 der Trageranddurchmesser deutlich kleiner als der Krondurchmesser darstellt, nimmt diese Differenz zwischen Trageranddurchmesser und Krondurchmesser bei Proband 9 immer mehr ab.

In der Literatur (HERMANS 1992) wird beschrieben, dass der Huf des Pferdefohlens als sehr eng zu bezeichnen ist und insgesamt eine Verengung vom Kronrand zum Tragerand aufweist. Der Fohlenhuf ist im Verhältnis zum Körper des Tieres sehr klein. Aufgrund der meist sehr steilen Fesselung ist beim Fohlen ein dementsprechend steiler, relativ kurzer Zehenteil und oft ein sehr hoher Trachtenteil vorhanden. Während der ersten Lebensmonate bis hin zum Ende des ersten Lebensjahrs verändert sich der

---

Winkel im Fesselgelenk, das Fohlen tritt weiter durch. Gleichzeitig tritt dazu eine Veränderung der Hufform auf.

Obwohl auch der Huf der anderen Probanden als stumpf und eng zu bezeichnen war, scheinen dennoch Parallelen zwischen dem Huf eines Eselfohls und eines Pferdefohls zu existieren. Die Hufe von Proband 10 und Proband 9 Wertegruppe A erscheinen tendenziell stumpfer und enger als die Hufe der Probanden 1 bis 8. Auffallend ist vor allem die steilere Fesselung von Proband 9 im 7. Lebensmonat (Abbildung 26, S.66) im Vergleich zu den Tieren mit höherem Lebensalter. Bei der Wertegruppe B von Proband 9 nähern sich die Werte der Winkel und die Differenz zwischen Tragerand- und Kronendurchmesser, welche als Bewertungsparameter für die Hufform herangezogen werden, mehr den entsprechenden Werten der Probanden 1 bis 8 an. Es war weiterhin zu beobachten, dass bei Tieren im ersten Lebensjahr die Hufe im Verhältnis zum Körper als sehr klein bezeichnet werden können.

Da es sich bei den Probanden 9 und 10 um Einzeltiere handelt, kann die obige Darstellung der Hufform eines Eselfohls bzw. eines Jährlings nur ein Anhaltspunkt für weitere Untersuchungen sein.



Abb.26: Seitenansicht Proband 10 (7. Lebensmonat)



Abb.27:  
Vorderhuf lateral von Proband 10



Abb. 28:  
Vorderhuf Sohle von Proband 10

## 5.8 Hufpflege

Die Hufpflege hat den Zweck, die Hufe gesund sowie in ihrer natürlichen und physiologischen Form zu erhalten und sie vor übermäßiger Abnutzung zu schützen.

Aufgrund der Änderungs-, Wachstums- und Abnutzungswerte des Hufhorns, die im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen ermittelt werden konnten, ist davon auszugehen, dass bei der untersuchten Eselherde eine Hufkorrektur und somit ein Besuch durch den Hufschmied in erheblich größeren Abständen als 4 bzw. 8 Wochen hätte erfolgen können.

Ein wichtiger Faktor bei der Bestimmung eines Kontrollintervalls sind die jeweiligen Haltungs- und Nutzungsbedingungen der Esel. Ein Kontrollintervall von 8-12 Wochen, wie es von FLADE (2000) vorgeschlagen wird, erscheint bei unbeschlagenen Tieren und einer entsprechenden Möglichkeit der Hufhornabnutzung durchaus sinnvoll, Hufpflegemaßnahmen können unter diesen Umständen in noch größeren Abständen erfolgen. Bei Tieren, die überwiegend auf der Weide und im eingestreuten Stall gehalten werden und nur wenig Auslauf auf harten oder rauen Böden haben bzw. die beschlagen sind, ist das Kontrollintervall aufgrund einer geringeren Möglichkeit zur Hufhornabnutzung entsprechend kürzer zu gestalten (6-10 Wochen).

---

Unter Berücksichtigung der Gliedmaßengesundheit ist bei einer Hufhornabnutzung unter den definierten Bedingungen der vorliegenden Untersuchungen für einen regelmäßigen Eselhuf ein Kontrollintervall von 8-12 Wochen zu empfehlen. Für korrigierende Eingriffe durch den Hufschmied ist in diesem Fall ein Abstand von mindestens 12 Wochen anzugeben.

Neben einer regelmäßigen Korrektur der Hufe durch den Hufschmied ist selbstverständlich auch eine ständige Kontrolle der Hufe durch Besitzer bzw. Pfleger der Tiere erforderlich, damit Veränderungen am Huf erkannt und rechtzeitig beseitigt werden können. Einer übermäßig starken Abnutzung des Hufhorns, wie sie beim Zurücklegen langer Distanzen auf harten Böden auftreten kann, kann durch einen regelmäßigen Hufbeschlag entgegengewirkt werden. Hierbei ist in Anlehnung an die empfohlenen Beschlagsperioden beim Pferd ein Intervall von 6-8 Wochen (PRIETZ 1986) bzw. von 8 Wochen (STANEK 1999) anzusetzen.

---

## **6. Zusammenfassung**

Untersuchungen zur Hufform und zum Hufhornwachstum beim Esel (*Equus asinus*)

Andrea Vilsmeier

Chirurgische Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

Juli 2002

91 Seiten, 28 Abbildungen, 42 Tabellen, 119 Literaturangaben, 1 Anhang

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Definition der regelmäßigen Hufform einer Eselherde unter vorgegebenen Bedingungen, weiterhin wurden die Änderungen der Hufform und das Hufhornwachstum untersucht. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen dazu beitragen, im Rahmen der Hufpflege detaillierter auf die Besonderheiten des Hufes beim Esel eingehen zu können.

Zu diesem Zweck wurden bei sieben Eseln über einen Zeitraum von 18 Monaten und einem weiteren Esel über einen Zeitraum von 12 Monaten die Hufe hinsichtlich verschiedener Parameter untersucht. Alle diese Tiere gehörten zur Gruppe der Europäischen Hausesel und hatten eine Widerristhöhe zwischen 95 und 105 cm.

Die Untersuchung der Hufe der Eselherde führte zu folgenden Ergebnissen:

Verglichen mit dem Huf des Warmblutpferdes ist der regelmäßige Vorder- und Hinterhuf der untersuchten Eselpopulation unter den definierten Haltungsbedingungen ein stumpfer und enger Huf und kommt somit der Hufform des Shetlandponys nahe.

Eine stumpfe und enge Hufform trat bei den acht untersuchten Eseln unabhängig von ihrem Lebensalter auf. Ein Vergleich der absoluten Hufmaße hinsichtlich einer jahreszeitlichen Abhängigkeit führte zu keinem statistisch verwertbaren Ergebnis.

Änderungen der Hufform konnten innerhalb der gegebenen Abstände zwischen den Hufpflegemaßnahmen, die vier bis acht Wochen betrugen, nicht festgestellt werden.

Die Huferneuerungszeit betrug am Vorderhuf bei einer mittleren Vorderwandlänge von 6,8 cm und einer monatlichen Wachstumsrate von 0,7 cm insgesamt 9,7 Monate und am Hinterhuf bei einer mittleren Vorderwandlänge von 7,0 cm und einer monatlichen Wachstumsrate von 0,7 cm insgesamt 10 Monate.

Wurden Wachstums- und Abnutzungswerte vergleichend betrachtet, so fiel auf, dass diese nur sehr geringgradig bzw. gar nicht differierten. Dieses Gleichgewicht zwischen Wachstum und Abnutzung ist als Folge der Bodenverhältnisse im Gehege der untersuchten Eselherde zu sehen. Für die Hufpflege ist unter den definierten Bedingungen für diese Eselpopulation ein Kontrollintervall von 8-12 Wochen zu empfehlen.

Innerhalb der vorliegenden Arbeit wurden außerdem die Hufe eines Eselfohlens und eines Jährlings als Einzelfälle untersucht. Auch diese beiden Tiere wiesen einen stumpfen und engen Huf auf, wie er bereits bei der untersuchten Eselpopulation als regelmäßig definiert werden konnte.

Aufgrund der relativ geringen Probandenzahl können die Resultate dieser Arbeit nur ein Beitrag zu einer weiteren Erforschung des Eselhufes sein. Die Untersuchung einer größeren Anzahl von Tieren sowie anderer Eselrassen wäre für eine Bestätigung und Ergänzung der Ergebnisse sinnvoll.

	<i>Vorderwandwinkel</i>	<i>Seitenwandwinkel medial</i>	<i>Seitenwandwinkel lateral</i>	<i>Trachtenwandwinkel medial</i>	<i>Trachtenwandwinkel lateral</i>	<i>Vorderwandlänge</i>	<i>Seitenwandlänge medial</i>	<i>Seitenwandlänge lateral</i>	<i>Trachtenwandlänge medial</i>	<i>Trachtenwandlänge lateral</i>	<i>Tragerandumfang</i>	<i>Kronumfang</i>	<i>Trageranddurchmesser</i>	<i>Krondurchmesser</i>
<i>Vorderhuf</i>	59	89	97	126	123	6,8	5,5	5,5	3,7	3,6	26,5	23,9	6,5	6,3
<i>Hinterhuf</i>	57	90	94	130	126	7,0	5,1	5,0	3,3	3,1	25,2	23,1	5,8	6,0

Tab. 32: Hufmaße an Vorder- und Hinterhuf der untersuchten Eselherde  
(Angabe der Winkel in Grad und der Längen in Zentimeter)

---

## 7. Summary

Investigations regarding hoof shapes and hoof keratin growth in donkeys (*equus asinus*)

Andrea Vilsmeier

Large Animal Clinic for Surgery , Faculty of Veterinary Medicine, University of Leipzig

July 2002

91 pages, 28 figures, 42 tables, 119 references, 1 appendix

The aim of the present thesis was to define the normal hoof shape of a herd of donkeys under defined conditions; in addition changes in the hoof shape and hoof keratin growth was investigated. With regard to regular hoof care the results of these investigations should contribute to characterizing donkey's hooves in detail.

For this purpose the hooves of seven donkeys were examined for a time interval of 18 month and a further donkey for a time interval of 12 month with regard to various parameters. All these animals belonged to a group of the European grey donkey with a height between 95 and 105 cm.

The investigation of the hooves of the herd of donkeys led to the following results:

Compared to the hooves of the warm blood the normal fore and hind hooves of the examined donkey population under the defined conditions are boxy and narrow and thus agree with the hoof shape of the Shetland pony.

A boxy and narrow hoof shape occurred in the eight examined donkeys independent of their age. No statistically usable result was achieved when the absolute hoof sizes were compared with regard to the seasons.

No changes in the hoof shape could be detected within the given time periods between hoof care which was four to eight weeks.

Hoof renewal in the fore hoof with an average length of the front wall of the hoof of 6.8 cm and a monthly growth rate of 0.7 cm took 9.7 months and in the hind hoof with an average length of the front wall of the hoof of 7.0 cm and a monthly growth rate of 0.7 cm took 10 months in all.

When comparing growth rate and values of wear and tear, it became clear that these only differed very slightly or not at all. This balance between growth rate and wear is probably the result of ground conditions in the paddock of the examined herd of donkeys. The hooves of this donkey population should be controlled by the farrier at intervals of 8-12 weeks under the defined conditions.

Within the present thesis the hooves of a donkey foal and a yearling were also additionally investigated as individual cases. These two animals also had boxy and narrow hooves as it had already been defined as normal in the examined donkey population.

Due to the relatively small number of examined cases, the result of this thesis can only contribute to further research of the hooves of donkeys. It would be expedient to investigate a larger number of animals and other breeds of donkeys in order to confirm and supplement the results.

	<i>Dorsal angle</i>	<i>Medial angle</i>	<i>Lateral angle</i>	<i>Medial heel angle</i>	<i>Lateral heel angle</i>	<i>Dorsal length</i>	<i>Medial length</i>	<i>Lateral length</i>	<i>Medial heel length</i>	<i>Lateral heel length</i>	<i>Solar circumference</i>	<i>Coronary circumference</i>	<i>Solar width</i>	<i>Coronary width</i>
<i>fore hoof</i>	59	89	97	126	123	6,8	5,5	5,5	3,7	3,6	26,5	23,9	6,5	6,3
<i>hind hoof</i>	57	90	94	130	126	7,0	5,1	5,0	3,3	3,1	25,2	23,1	5,8	6,0

Tab. 33: Hoof sizes of fore and hind hooves of the examined herd of donkeys  
(Angles in degree and lengths in centimeter)



---

## 8. Literaturverzeichnis

1. ANDRIST, F. (1954):  
Huf-, Horn- und Klauenpflege  
Deutsche Landwirtschafts- Gesellschaft- Verlags- GmbH, Frankfurt/ Main
2. BAUER, T. (1964):  
Handbuch des Hufbeschlags  
Verlag Mittler, Darmstadt
3. BECZE, J. (1955):  
A szamár tenyésztése és az öszvér  
Budapest  
zitiert nach FLADE (2000)
4. BENEDETTI, D.F. (1948):  
Ingagini circa le differenze di resistenza del corno di color chiaso rispetto a quello di colore scuro nello zoccolo degli equini  
Piesa, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation  
zitiert nach KÜNG (1991)
5. BOCKENTIN, R. (1944):  
Abnutzung des Tragerands der Hinterhufe auf dem Hufeisen unter Berücksichtigung von Gliedmaßenstellung und Hufform  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation
6. BOETTGER, C. R. (1958):  
Die Haustiere Afrikas  
Fischer-Verlag, Jena
7. BOLLINGER, C. und H. GEYER (1992):  
Zur Morphologie und Histochemie des Pferdehufes  
Pferdeheilkunde, 8, 269-286

- 
8. BORWICK, R. (1994):  
Esel halten  
Verlag Ulmer, Stuttgart
  9. BOURGELAT,- (1813) :  
Essai théoretique et pratique sur la ferrure  
Paris, III. éd.  
zitiert nach Hirte (1937)
  10. BRAUELL, F. (1854):  
Über den Einfluß der Fesselnerven auf das Wachstum des Hufes  
Mag.f. d. ges. Tierheilkunde, 20  
zitiert nach Hirte (1937)
  11. BREHM, A.E. (1983):  
Der farbige Brehm  
Verlag Herder, Freiburg, Basel
  12. BRENTJES, B. (1975):  
Die Erfindung des Haustiers  
Urania- Verlag, Leipzig, Jena
  13. BUCHER, K. (1987):  
Zum mikroskopischen Bau der Epidermis an umschriebenen Stellen des  
Pferdehufes  
Zürich, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
  14. BUDRAS, K.-D. u. F. PREUSS (1979):  
Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Hornbildung im Hyponychium  
des Pferdehufes  
Prakt. Tierarzt., 60, 729-731

- 
15. BUDRAS, K.-D. u. C. SCHIEL (1996):  
A comparison of horn quality of the white line in the domestic horse (*Equus caballus*) and the Przewalski horse (*Equus przewalski*)  
*Pferdeheilkd.*, 12, 641-645
  
  16. BUFFA E.A., S.S. VAN DEN BERG, F.J. VERSTRAETE u. N.G. SWART  
(1992):  
Effect of dietary biotin supplement on equine hoof horn growth rate and hardness  
*Equine Vet. J.*, 24, 472-474
  
  17. BUTLER, K.D. u. H.F. HINTZ (1977):  
Effect of level of feed intake and gelatin supplementation on growth and quality  
of hoofs of ponies  
*J. Anim. Sci.*, 44, 257-261
  
  18. COMBEN, H., R.J. Clark u. D.J.B. Sutherland (1984):  
Clinical observations on the response of equine hoof defects to dietary  
supplementation with biotin  
*Vet. Rec.*, 115, 642-645
  
  19. DENZAU, G. u. H. (1999):  
Wildesel  
Thorbecke Verlag, Sigmaringen
  
  20. DIETZ, O., H. GÄNGEL u. K. KOCH (1971):  
Die Erhaltung der Gliedmaßen - und Klauengesundheit unter modernen  
Produktionsbedingungen  
*Monatsh. Veterinärmed., Jena*, 26, 241-246
  
  21. DIETZ, O. u. G. PRIETZ (1981):  
Klauenhornqualität- Klauenhornstatus  
*Monatsh. Veterinärmed.*, 36, 419-422

- 
22. DIETZ, O., H.-J. SCHNEIDER u. L.-F. LITZKE (1999):  
Hufkrankheiten  
in: DIETZ, O. u. B. HUSKAMP (Hrsg.): Handbuch Pferdepraxis  
Enke Verlag, Stuttgart, 911-944
23. ELLENBERGER, W. u. H. BAUM (1974):  
Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere  
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
24. EUSTACE, R. (1994):  
Factors effecting equine hoof horn growth rate and quality  
In Practice, 16, 129-131
25. FISCHER, A. (1933):  
Der Fuß des Pferdes sowie anderer Einhufer und Klauentiere in Bezug auf Bau,  
Verrichtung, Beschlag, Pflege und Krankheiten  
14. Aufl., Verlag Schaper, Hannover
26. FLADE, J.E. (2000):  
Die Esel  
Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 638, Westarp - Wissenschaften, Hohenwarsleben
27. FOWLER, J. (1994):  
Esel, Maultiere und Maulesel  
In: ANDERSON, S. A. und A.T.B. EDNEY (Hrsg.):  
Handling bei Nutz- und Heimtieren, Fischer-Verlag, Jena, 130-136
28. FRIEDRICH, H. (1930):  
Leitfaden für den Hufbeschlagunterricht  
Ostpreußische Druckerei und Verlagsanstalt A.-G.
29. FUCHS, G. (1976):  
Aspekte zum Begriff der Großanlagentauglichkeit- Klauengesundheit  
Monatsh. Veterinärmed., 31, 930-935
-

- 
30. GEYER, H. u. J. SCHULZE (1994):  
The long-term influence of biotin supplementation on hoof horn quality in horses  
Schweiz. Arch. Tierheilkd., 136, 137-149
31. GLADE, M.J. u. R.A. SALZMANN (1985):  
Effects of toe angle on hoofgrowth and contraction in the horse  
J. Equine vet. Sci., 5, 45-50
32. GÖRTE, C. u. O. SCHEIBNER (1940):  
Leitfaden des Hufbeschlags  
Verlag Schaper, Hannover
33. GRAHAM, P.M., E.A. OTT, J.H. BRENDEMUHL u. S.H. TENBROECK  
(1994):  
The effect of supplemental lysine and threonine on growth and developement of yearling  
horses  
J. Anim. Sci., 72, 380-386
34. HAHN, M.V., B. MCDANIEL u. J.C. WILK (1984):  
Description and Evaluation of Objective Hoof Measurements of Dairy Cattle  
J. Dairy Sci., 67, 229-236
35. HARDERS, T. (1985):  
Die elastische Verformung des Pferdehufs: Literaturstudie und eigene  
Untersuchungen  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation
36. HERMANS, W.A. (1992):  
Hufpflege und Hufbeschlagnag  
Verlag Ulmer, Stuttgart
37. HERRE, W. u. M. RÖHRS (1973):  
Haustiere- zoologisch gesehen  
Fischer-Verlag, Jena
-

- 
38. HERTSCH, B. (1992):  
Anatomie des Pferdes  
FN- Verlag der Dt. Reiterlichen Vereinigung, Warendorf
39. HERTSCH, B. (1996):  
Der Huf und sein nagelloser Hufschutz  
FN- Verlag der Dt. Reiterlichen Vereinigung, Warendorf
40. HERTSCH, B. (1999):  
Grundlagen der Hufpflege  
in: DIETZ, O. u. B. HUSKAMP (Hrsg.): Handbuch Pferdepraxis  
Enke Verlag, Stuttgart, 907-910
41. HERTSCH, B. u. V. CARSTENSEN (1983):  
Notwendiges Übel: Hufbeschlag  
Reiter Revue, Heft 5, 520-527
42. HERZBERG, M. (1996):  
Untersuchungen über die Form und das Wachstum der Hufe von Shetlandponies  
Leipzig, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
43. HICKMAN, J. (1983):  
Der richtige Hufbeschlag  
BLV Verlagsgesellschaft mbH, München- Wien- Zürich
44. HIFNEY, A. u. N.A. MISK (1983):  
Anatomy of the hoof in donkeys  
Assiut Veterinary Medical Journal, 20, 3-6
45. HIRTE, F.- H. (1937):  
Kritische Untersuchung über die bisher üblichen Hufmessmethoden  
Verlag Pfau, Berlin
-

- 
46. HÜNI,- (1883):  
Zur Kenntnis des normalen Pferdehufs  
Schweiz. Arch. Tierheilkd., S. 87  
zitiert nach HIRTE (1937)
47. JOSSECK, H. (1991):  
Hufhornveränderungen bei Lipizzanerpferden und ein Behandlungsversuch mit  
Biotin Zürich, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
48. JOSSECK, H., W. ZENKER u. H. GEYER (1995):  
Hoof horn abnormalities in Lipizzaner horses and the effect of the dietary biotin  
on macroscopic aspects of hoof horn quality  
Equine Vet. J., 27, 175-82
49. KAINER, R.A. (1989):  
Clinical anatomy of the equine foot  
Veterinary Clinics of North America, Equine Practice, 5, 1-27
50. KEMPSON, S.A. (1987):  
Scanning electron microscope observations of hoof from horses with brittle feet  
Vet. Rec., 120, 568-570
51. KEMPSON, S.A.(1991) :  
The role of nutrition in the growth and structure of the hoof horn  
in: World Association for Transport Animal Welfare and Studies, Spring  
Meeting, 15 May 1991, Prevention and Repair of Trauma in Transport Animals,  
51-58
52. KIND, H. (1961):  
Vergleichende Untersuchungen über die Abnutzung der Hufe einiger Equiden  
aufgrund der Struktur der Hufkapselwand  
Berlin, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
-

- 
53. KNEZEVIC, P. (1959):  
Untersuchungen über die beschleunigende Wirkung verschiedener Salben auf  
das Wachstum des Huf- und Klauenhorns  
Wiener tierärztl. Mschr., 46, 70-92
54. KNEZEVIC, P. (1982):  
Grundlagen der Hufpflege und des Hufbeschlags  
in: DIETZ, O. u. E. WIESNER (Hrsg.): Handbuch der Pferdekrankheiten für  
Wissenschaft und Praxis, Fischer-Verlag, Jena, Bd. 3, 1103-1106
55. KONRAD, H. (1996):  
Der Esel, das unbekannte Wesen  
Tierärztl. Umsch., 51, 42-44
56. KRAHMER, R. (1985):  
Anatomie der Haustiere  
Verlag Hirzel, Leipzig
57. KÜNG, M. (1991):  
Die Zugfestigkeit des Hufhorns von Pferden  
Zürich, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
58. LECHNER, J. (1883):  
Universal-Huflängen- und Winkelmesser  
Österr. Monatsh. F. Tierheilkunde, No. 5 ff  
zitiert nach HIRTE (1937)
59. LEISERING, A.G.T. u. H.M. HARTMANN (1903):  
Der Fuß des Pferdes in Rücksicht auf Bau, Verrichtung und Hufbeschlag  
10. Aufl., Verlag Schmidt und Co., Leipzig



- 
60. LEU, U. (1987):  
Vergleichende Untersuchungen über den Einfluss von oral verabreichtem Biotin  
auf das Hufhorn des Pferdes  
Zürich, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
61. LEY, W.B., R. SCOTT PLEASANT u. E.A. DUNNINGTON (1998):  
Effects of season and diet on the tensile strength and mineral content of the  
equine hoof wall  
Equine Vet. J. Suppl., 26, 46-50
62. LIEBICH, H.-G. (1993):  
Funktionelle Histologie, Farbatlas und Kurzlehrbuch der mikroskopischen  
Anatomie der Haussäugetiere  
Verlag Schattauer, Stuttgart, New York
63. LUNGWITZ, A. (1940):  
Der Lehrmeister im Hufbeschlag  
Verlag Schaper, Hannover
64. MAUSKE, S. (1972):  
Klauenhornstruktur- Histologische Untersuchungen am Ballen, an der Sohle und  
der Kronepidermis der Deutschen Schwarzbunten Niederungsrinder  
Berlin, Humboldt- Univ., Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
65. MARCON, E. u. M. MOGINI (1993):  
Die große Enzyklopädie der Tierwelt  
Verlag Kaiser, Klagenfurt
66. MEIER, H. (1917):  
Hoplometrie- Grundzüge einer methodischen Hufmesskunde  
Verlagsbuchhandlung Schoetz, Berlin
-

- 
67. MEYER, H. (1992):  
in: HERMANS, W.A.: Hufpflege und Hufbeschlag  
Verlag Ulmer, Stuttgart, 99-101
68. MICHLER, G. (1996):  
Lexikon der Tiere A- Z  
Corvus-Verlag, Köln
69. MÖLLER, H. (1922 a):  
Hufpflege, Hufschutz und –beschlag  
Parey-Verlag, Berlin
70. MÖLLER, H. (1922 b):  
Grundriß des Hufbeschlags  
Parey-Verlag, Berlin
71. MORRIS, D. (1989):  
Esel: Haltung und Pflege  
Rüschlikon-Verlag, Zürich, Stuttgart
72. MÜLLING, C.K., H. BRAGULLA, K.D. BUDRAS u. S. REESE (1994):  
Strukturelle Faktoren mit Einfluss auf die Hornqualität und Prädilektionsstellen  
für Erkrankungen an der Fußungsfläche der Rinderklaue  
Schweiz. Arch. Tierheilkd., 136, 49-56
73. MÜLLING, C.K., H. BRAGULLA, S. REESE, K.D. BUDRAS u. W.  
STEINBERG (1999):  
How structures in bovine hoof epidermis are influenced by nutritial factors  
Anat. Histol. Embryol., 28, 103-108
74. NAUMANN, J. (1984):  
Untersuchungen zur Hornqualität bei Rind und Pferd  
Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation, Berlin
-

- 
75. NAUMANN, J., O. DIETZ u. G. PRIETZ (1987):  
Untersuchungen zur organischen Zusammensetzung und zur Stabilität von Huf-  
und Klauenhorn  
Wiener tierärztl. Monatsschr., 74, 117-121
76. NAV-NH (1983):  
Nomina anatomica veterinaria  
3. Aufl. Nomina histologica, 2. Aufl. Publ. Int. Comm. Vet. Anat. Nomenclature  
of the World Assoc. Vet. Anat., Ithaca N.Y.
77. NICKEL, R. (1938):  
Über den Bau der Hufröhrchen und seine Bedeutung für den Mechanismus des  
Pferdehufes  
Morph. Jb., 82, 119-160
78. NICKEL, R., A. SCHUMMER u. E. SEIFERLE (1996):  
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere  
3. Aufl., Bd. 3, Kreislaufsystem, Haut und Hautorgane  
Parey-Verlag, Berlin
79. PELLMANN, R., S. REESE u. H. BRAGULLA (1993):  
Wechselwirkungen zwischen Hornstruktur und Hornqualität am Pferdehuf als  
Grundlage für das Verständnis von Verhornungsstörungen  
Monatsh. Veterinärmed., 48, 623-630
80. POLLITT, C. (1999):  
Farbatlas Huf: Anatomie und Klinik  
Schlütersche, Hannover
81. PRIETZ, G. (1986):  
Huf- und Klauenkunde mit Hufbeschlaglehre  
2. Aufl., Fischer-Verlag, Jena
-

- 
82. RAPOPORT, S.M. (1973):  
Medizinische Biochemie  
VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin
83. REILLY, J.D. (1997):  
The Donkey's Foot and Its Care  
in: SVEDSEN, E.D.: The Professional Handbook of the Donkey, Third Edition,  
Whittet Books, London, 71-92
84. REILLY, J.D., D.F. COTTRELL, R.J. MARTIN u. D.J. CUDDEFORD ( 1998):  
Effect of supplementary dietary biotin on hoof growth and hoof growth rate in  
ponies: a controlled trial  
Equine Vet. J. Suppl., 26, 58-65
85. RICHTER, W. (1905):  
Neue Untersuchungen über den Hufmechanismus  
Hufschmied, 23, 25-34, 49-50, 73-77
86. RICHTER, G. (1990):  
Untersuchungen zum Hufhornwachstum und bestimmter Parameter am Huf  
beim Haflingerpferd  
Leipzig, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Diplomarbeit
87. RÖDDER, F. (1982):  
Gesunder Huf, gesundes Pferd  
Rüschlikon, Zürich
88. ROSSKOPF, M. (1986):  
Mikroskopische Anatomie der Klauenepidermis des Schafes  
Zürich, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
89. ROSSKOPF, M. u. H. GEYER (1987):  
Mikroskopische Anatomie der Klauenepidermis des Schafes  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 100, 373-377
-

- 
90. RUPPERT, E. (1941):  
Die Abnutzung des Tragerandes der Vorderhufe auf dem Hufeisen unter  
Berücksichtigung von Gliedmaßenstellung und Hufform  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation
91. RUTHE, H. (1988):  
Der Huf, Lehrbuch des Hufbeschlages  
4. Auflage, Fischer-Verlag, Stuttgart, New York
92. RUTHE, H. (1997):  
Der Huf  
5. Aufl., Enke Verlag, Stuttgart
93. SALOMON, F.-V. ( 1987) :  
Zehenendorgan  
In: MICHEL, G., F.-V. SALOMON, G. GUTTE: Morphologie  
landwirtschaftlicher Nutztiere  
VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 352-361
94. SAMBRAUS, H.H. (2001):  
Farbatlas der Nutzierrassen  
6. Auflage, Verlag Ulmer, Stuttgart
95. SASSEN, D. (1938):  
Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit pigmentierten und  
unpigmentierten Hufhorns  
Berlin, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
96. SCHMITT, A. (1998):  
Verlaufsuntersuchungen zum Hufstatus von Lipizzanerpferden mit und ohne  
Biotinbehandlung  
Zürich, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
-

- 
97. SCHOLZ, G. (1938):  
Hoplometrische Betrachtungen und Versuche in ihrer Beziehung zum praktischen  
Hufbeschlag  
Z. Veterinärk., 50, 337-369
98. SCHREYER, J. (1997):  
Untersuchungen zum Hufhornwachstum und zur Hufform bei Pferden der Rasse  
deutsches Reitpferd  
Leipzig, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
99. SCHRÖDER, A. (1970):  
Hornstruktur und Hornabnutzung- Untersuchungen am Klauenhorn der Harzer  
Rinder  
Berlin, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
100. SCHULZE, C. (1911):  
Untersuchungen über das Wachstum des Hufhornes der Pferde  
Monatsh. f. prakt. Tierheilk., 22  
zitiert nach HIRTE (1937)
101. SCHULZE, J. u. H. SCHERF (1989):  
Klinische Studie zur Therapie mit Biotin beim Pferd  
Tierärztl. Umsch., 44, 187-190
102. SCHWYTER, H. (1906):  
Die Gestaltsveränderung des Pferdehufes infolge Stellung und Gangart  
Zürich, Inaugural-Dissertation
103. SPITZLEI, S. (1996):  
Untersuchungen zur Zusammensetzung des Hufhorns beim Pferd, deren  
Bedeutung für die Stabilität und Beziehung zur Nährstoffversorgung  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation
-

- 
104. STANEK, CH. (1999):  
Hufpflege und Hufbeschlag beim Fohlen und beim Sportpferd  
in: DIETZ, O. u. B. HUSKAMP (Hrsg.): Handbuch Pferdepraxis  
Enke Verlag, Stuttgart, 945-953
105. STARKEY, P.H. u. M. STARKEY (1997):  
Regional and world trends in donkey populations  
In: STARKEY, P.H. (ed.): Donkey Power Benefits. Workshop Reader prepared  
or the ATNESA workshop on "Improving donkey utilisation and management",  
May 5-9, 1997. Directorate General for Development Cooperation (DGIS), The  
Netherlands, Debre Zeit, Ethiopia:14-25.
106. STICKER,- (1836):  
Über die Anwendung des Podometers bei chronischer Hufgelenksentzündung  
Mag. f. d. ges. Tierheilkunde, 2, 134-140  
zitiert nach Meier (1917)
107. SUSTMANN,- (1913 a):  
Ein Beitrag zum Wachstum des Pferdehufs und des menschlichen Nagels  
Hufschmied, 31, 119-129
108. SUSTMANN,- (1913 b):  
Ein Beitrag zum Kapitel "Hufmessungen und Hufmessapparate"  
Hufschmied, 31, 81-83
109. TIMM, A. (1993):  
Einfluss der Gelatinefütterung auf das Skelett-, Haar-, Knorpel- und  
Hufhornwachstum bei Absatzfohlen  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation
110. VOGT, O. (1938):  
Messungen von Länge, Weite und Höhe bei den verschiedenen Hufformen  
Z. Veterinärk., 50, 481-495
-

- 
111. WILKENS, H. (1964):  
Zur makroskopischen und mikroskopischen Morphologie der Rinderklaue mit  
einem Vergleich der Architektur von Klauen- und Hufröhrchen  
Zentralbl. Veterinärmed. A , 11, 163-234
112. WINTZER, H.-J. (1986):  
Der Einfluss einer Vitamin-H-Substitution auf Wachstum und Beschaffenheit  
des Hufhorns  
Tierärztl. Prax., 14, 495-500
113. WISSDORF, H., WILKENS H. und B. HERTSCH (1983):  
Benennung der weißen Linie- Zona alba- des Pferdehufes  
Tierärztl. Prax., 11, 503-506
114. WISSDORF, H., B. HERTSCH u. H. WILKENS (1987):  
Beitrag zur Nomenklatur am Pferdehuf- Capsula ungulae  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 100, 400-404
115. WISSDORF, H., B. OTTO u. B. HERTSCH (1997):  
Hufbereich  
In: WISSDORF, H., H. GERHARDS u. B. HUSKAMP: Praxisorientierte  
Anatomie des Pferdes  
Verlag Schaper, Alfeld, Hannover, 279-301
116. YOUNG, J.H.( 1988):  
Hoof wall avulsion: three case reports  
J. Equine vet. Sci., 8, 420-423
117. ZENKER, W. (1991):  
Hufhornveränderungen bei Lipizzanerpferden und ein Behandlungsversuch mit  
Biotin  
Zürich, Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
-



- 
118. ZENKER, W., H. JOSSECK u. H. GEYER (1995):  
Histological and physical assessment of poor hoof horn quality in Lipizzaner horses and a therapeutic trial with biotin and a placebo  
Equine Vet. J., 27, 183-191
119. ZEUNER, F.E. (1967):  
Geschichte der Haustiere  
Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, Basel

## Anhang

<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum</i>	<i>unteres Quartil</i>	<i>Median</i>	<i>Differenz der Mediane</i>	<i>oberes Quartil</i>	<i>Maxi- mum</i>
<i>SO</i>	<i>VWW</i>	0,62	8	44	52	58	-2	62	68
<i>WI</i>	<i>VWW</i>		8	41	53	60		64	68
<i>SO</i>	<i>SWWM</i>	0,15	8	77	84	88	1	94	100
<i>WI</i>	<i>SWWM</i>		8	74	85	87		94	99
<i>SO</i>	<i>SWWL</i>	0,21	8	88	93	97	1	100	107
<i>WI</i>	<i>SWWL</i>		8	90	94	96		99	103
<i>SO</i>	<i>TWWM</i>	0,60	8	112	121	128	1	131	137
<i>WI</i>	<i>TWWM</i>		8	112	119	127		130	137
<i>SO</i>	<i>TWWL</i>	0,23	8	113	118	123	0	128	136
<i>WI</i>	<i>TWWL</i>		8	108	117	123		126	133
<i>SO</i>	<i>VWL</i>	0,19	8	5,8	6,1	6,8	0,2	7,1	8,6
<i>WI</i>	<i>VWL</i>		8	5,1	6,1	6,6		6,9	8,3
<i>SO</i>	<i>SWLM</i>	0,40	8	4,6	5,1	5,6	0,1	6,3	6,9
<i>WI</i>	<i>SWLM</i>		8	4,5	4,9	5,5		6,3	6,8
<i>SO</i>	<i>SWLL</i>	0,65	8	4,5	5,2	5,4	0,1	5,9	7,0
<i>WI</i>	<i>SWLL</i>		8	4,4	5,0	5,3		5,7	6,5
<i>SO</i>	<i>TWLM</i>	0,27	8	3,2	3,6	3,8	0,1	4,1	5,2
<i>WI</i>	<i>TWLM</i>		8	3,2	3,5	3,7		4,0	5,3
<i>SO</i>	<i>TWLL</i>	0,75	8	2,8	3,4	3,7	0,2	3,9	4,5
<i>WI</i>	<i>TWLL</i>		8	2,9	3,3	3,5		3,9	4,5
<i>SO</i>	<i>TU</i>	0,71	8	22,7	24,9	26,6	0,5	27,8	29,0
<i>WI</i>	<i>TU</i>		8	22,3	24,3	26,1		27,1	28,7
<i>SO</i>	<i>KU</i>	0,30	8	20,5	22,4	23,6	0,1	24,7	25,5
<i>WI</i>	<i>KU</i>		8	20,9	22,4	23,5		24,1	25,6
<i>SO</i>	<i>TD</i>	0,19	8	5,7	6,1	6,4	0,0	6,7	7,2
<i>WI</i>	<i>TD</i>		8	5,7	6,1	6,4		6,6	7,0
<i>SO</i>	<i>KD</i>	0,17	8	5,6	6,0	6,2	0,0	6,5	6,8
<i>WI</i>	<i>KD</i>		8	5,6	6,0	6,2		6,3	6,7

Tab 34: Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen Sommer und Winter am Vorderhuf

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum</i>	<i>unteres Quartil</i>	<i>Median</i>	<i>Differenz der Mediane</i>	<i>oberes Quartil</i>	<i>Maxi- mum</i>
<i>SO</i>	<i>VWW</i>	0,15	8	45	51	54	-2	56	68
<i>WI</i>	<i>VWW</i>		8	46	54	56		58	66
<i>SO</i>	<i>SWWM</i>	0,50	8	85	89	90	-1	93	98
<i>WI</i>	<i>SWWM</i>		8	86	89	91		93	97
<i>SO</i>	<i>SWWL</i>	0,85	8	87	90	95	3	97	103
<i>WI</i>	<i>SWWL</i>		8	85	89	92		95	102
<i>SO</i>	<i>TWWM</i>	0,69	8	115	127	130	2	136	145
<i>WI</i>	<i>TWWM</i>		8	117	123	128		135	142
<i>SO</i>	<i>TWWL</i>	0,68	8	114	124	128	3	132	139
<i>WI</i>	<i>TWWL</i>		8	111	122	125		130	139
<i>SO</i>	<i>VWL</i>	0,46	8	5,8	6,8	7,1	0,1	7,6	8,7
<i>WI</i>	<i>VWL</i>		8	5,5	6,5	7,0		7,4	8,4
<i>SO</i>	<i>SWLM</i>	0,22	8	4,1	4,9	5,2	0,2	5,4	5,9
<i>WI</i>	<i>SWLM</i>		8	4,2	4,5	5,0		5,2	5,7
<i>SO</i>	<i>SWLL</i>	0,14	8	4,1	4,9	5,1	0,2	5,4	6,0
<i>WI</i>	<i>SWLL</i>		8	4,2	4,6	4,9		5,1	5,7
<i>SO</i>	<i>TWLM</i>	0,45	8	2,5	3,2	3,5	0,4	3,7	4,9
<i>WI</i>	<i>TWLM</i>		8	2,6	3,0	3,1		3,3	3,7
<i>SO</i>	<i>TWLL</i>	0,92	8	2,2	2,9	3,3	0,3	3,5	4,6
<i>WI</i>	<i>TWLL</i>		8	2,0	2,9	3,0		3,1	3,8
<i>SO</i>	<i>TU</i>	0,20	8	22,4	24,1	25,4	0,4	26,8	29,1
<i>WI</i>	<i>TU</i>		8	21,9	23,6	25,0		26,1	28,9
<i>SO</i>	<i>KU</i>	0,24	8	20,0	21,8	22,8	-0,1	23,9	25,2
<i>WI</i>	<i>KU</i>		8	20,0	21,9	22,9		23,2	25,6
<i>SO</i>	<i>TD</i>	0,24	8	5,3	5,6	5,8	0,1	6,0	6,3
<i>WI</i>	<i>TD</i>		8	5,3	5,6	5,7		5,9	6,3
<i>SO</i>	<i>KD</i>	0,66	8	5,2	5,7	5,9	0,0	6,0	6,3
<i>WI</i>	<i>KD</i>		8	5,3	5,8	5,9		6,0	6,4

Tab 35: Vergleich der absoluten Hufmaße zwischen Sommer und Winter am Hinterhuf

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum</i>	<i>unteres Quartil</i>	<i>Median</i>	<i>Differenz der Mediane</i>	<i>oberes Quartil</i>	<i>Maxi- mum</i>
<i>jung</i>	<i>VWW</i>	0,61	3	-2,4	-1,1	0,0	0,0	1,4	6,1
<i>alt</i>	<i>VWW</i>		5	-5,5	-1,1	0,0		1,1	4,9
<i>jung</i>	<i>SWWM</i>	0,63	3	-7,8	-2,1	0,0	0,7	1,0	9,0
<i>alt</i>	<i>SWWM</i>		5	-15,9	-2,3	-0,7		0,8	13,4
<i>jung</i>	<i>SWWL</i>	0,42	3	-3,7	-1,2	0,0	-0,9	0,8	7,5
<i>alt</i>	<i>SWWL</i>		5	-9,0	-1,1	0,9		2,2	7,5
<i>jung</i>	<i>TWWM</i>	0,46	3	-9,0	-1,5	-0,4	0,8	1,2	11,0
<i>alt</i>	<i>TWWM</i>		5	-10,1	-3,3	-1,2		1,1	11,7
<i>jung</i>	<i>TWWL</i>	0,83	3	-11,0	-2,7	0,0	0,0	1,3	11,0
<i>alt</i>	<i>TWWL</i>		5	-10,1	-2,4	0,0		2,5	12,2
<i>jung</i>	<i>VWL</i>	0,11	3	-1,1	-0,1	0,0	-0,1	0,2	0,9
<i>alt</i>	<i>VWL</i>		5	-0,6	-0,1	0,1		0,2	1,4
<i>jung</i>	<i>SWLM</i>	0,28	3	-0,5	-0,2	0,0	0,0	0,2	0,5
<i>alt</i>	<i>SWLM</i>		5	-0,9	-0,1	0,0		0,3	1,0
<i>jung</i>	<i>SWLL</i>	0,42	3	-0,7	-0,2	0,0	-0,1	0,2	0,7
<i>alt</i>	<i>SWLL</i>		5	-0,6	-0,1	0,1		0,3	1,1
<i>jung</i>	<i>TWLM</i>	0,26	3	-0,6	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,4
<i>alt</i>	<i>TWLM</i>		5	-0,9	-0,2	0,0		0,3	1,2
<i>jung</i>	<i>TWLL</i>	0,57	3	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,3	0,6
<i>alt</i>	<i>TWLL</i>		5	-1,0	-0,2	0,0		0,2	1,5
<i>jung</i>	<i>TU</i>	0,20	3	-0,7	-0,3	0,0	-0,1	0,2	0,7
<i>alt</i>	<i>TU</i>		5	-1,3	-0,2	0,1		0,4	2,0
<i>jung</i>	<i>KU</i>	0,14	3	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
<i>alt</i>	<i>KU</i>		5	-0,4	-0,1	0,0		0,1	0,5
<i>jung</i>	<i>TD</i>	0,83	3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5
<i>alt</i>	<i>TD</i>		5	-0,4	-0,1	0,0		0,1	0,4
<i>jung</i>	<i>KD</i>	0,15	3	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
<i>alt</i>	<i>KD</i>		5	-0,4	-0,1	0,0		0,1	0,2

Tab 36: Vergleich der Änderungen zwischen jüngeren und älteren Eseln am Vorderhuf

<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum</i>	<i>unteres Quartil</i>	<i>Median</i>	<i>Differenz der Mediane</i>	<i>oberes Quartil</i>	<i>Maxi- mum</i>
<i>jung</i>	<i>VWW</i>	0,59	3	-4,5	-1,1	0,0	0,0	1,2	5,1
<i>alt</i>	<i>VWW</i>		5	-8,2	-1,6	0,0		1,8	10,2
<i>jung</i>	<i>SWWM</i>	0,22	3	-7,0	-0,8	0,8	0,8	2,5	6,8
<i>alt</i>	<i>SWWM</i>		5	-6,1	-2,2	0,0		1,0	5,6
<i>jung</i>	<i>SWWL</i>	0,75	3	-5,5	-0,9	0,4	0,4	1,6	5,4
<i>alt</i>	<i>SWWL</i>		5	-4,9	-1,1	0,0		1,2	10,1
<i>jung</i>	<i>TWWM</i>	0,68	3	-25,6	-2,4	-0,4	0,7	3,7	14,8
<i>alt</i>	<i>TWWM</i>		5	-13,5	-3,2	-1,1		2,1	12,2
<i>jung</i>	<i>TWWL</i>	0,92	3	-10,0	-3,3	0,4	0,4	4,7	11,0
<i>alt</i>	<i>TWWL</i>		5	-14,5	-2,5	0,0		4,3	12,2
<i>jung</i>	<i>VWL</i>	0,87	3	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	1,3
<i>alt</i>	<i>VWL</i>		5	-0,6	-0,1	0,0		0,2	1,2
<i>jung</i>	<i>SWLM</i>	0,81	3	-0,7	-0,2	0,1	0,1	0,2	0,8
<i>alt</i>	<i>SWLM</i>		5	-0,6	-0,2	0,0		0,2	0,5
<i>jung</i>	<i>SWLL</i>	0,76	3	-0,7	-0,1	0,0	0,0	0,2	0,6
<i>alt</i>	<i>SWLL</i>		5	-0,9	-0,2	0,0		0,1	0,8
<i>jung</i>	<i>TWLM</i>	0,52	3	-0,5	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,5
<i>alt</i>	<i>TWLM</i>		5	-1,2	-0,2	0,0		0,1	1,0
<i>jung</i>	<i>TWLL</i>	0,88	3	-0,8	-0,2	0,0	0,0	0,1	0,5
<i>alt</i>	<i>TWLL</i>		5	-0,8	-0,2	0,0		0,1	0,9
<i>jung</i>	<i>TU</i>	0,53	3	-1,0	-0,3	0,0	0,0	0,3	1,0
<i>alt</i>	<i>TU</i>		5	-1,1	-0,3	0,0		0,3	1,7
<i>jung</i>	<i>KU</i>	0,14	3	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,5
<i>alt</i>	<i>KU</i>		5	-1,1	0,0	0,0		0,1	0,8
<i>jung</i>	<i>TD</i>	0,53	3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>alt</i>	<i>TD</i>		5	-0,4	0,0	0,0		0,1	0,3
<i>jung</i>	<i>KD</i>	0,15	3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
<i>alt</i>	<i>KD</i>		5	-0,3	0,0	0,0		0,1	0,2

Tab 37: Vergleich der Änderungen zwischen jüngeren und älteren Eseln am Hinterhuf

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum</i>	<i>unteres Quartil</i>	<i>Median</i>	<i>Differenz der Mediane</i>	<i>oberes Quartil</i>	<i>Maxi- mum</i>
<i>SO</i>	<i>VWW</i>	0,50	8	-3,9	-1,1	0,0	0,0	1,2	6,1
<i>WI</i>	<i>VWW</i>		8	-5,4	-0,9	0,0		1,1	7,0
<i>SO</i>	<i>SWWM</i>	0,56	8	-15,8	-2,0	0,0	0,1	2,2	13,4
<i>WI</i>	<i>SWWM</i>		8	-9,3	-2,4	-1,0		0,7	5,4
<i>SO</i>	<i>SWWL</i>	0,25	8	-9,0	-1,7	0,0	0,0	1,2	4,9
<i>WI</i>	<i>SWWL</i>		8	-4,2	-0,8	0,0		2,3	7,5
<i>SO</i>	<i>TWWM</i>	0,54	8	-10,1	-3,3	-1,1	-0,3	1,2	8,5
<i>WI</i>	<i>TWWM</i>		8	-7,8	-2,1	-0,8		1,1	11,7
<i>SO</i>	<i>TWWL</i>	0,25	8	-11,0	-4,0	-1,2	-1,2	2,2	12,2
<i>WI</i>	<i>TWWL</i>		8	-9,7	-1,2	0,0		2,2	10,9
<i>SO</i>	<i>VWL</i>	0,50	8	-1,1	-0,1	0,0	-0,1	0,2	0,6
<i>WI</i>	<i>VWL</i>		8	-0,5	-0,1	0,1		0,3	1,4
<i>SO</i>	<i>SWLM</i>	0,32	8	-0,9	-0,2	0,0	0,0	0,2	1,0
<i>WI</i>	<i>SWLM</i>		8	-0,5	-0,2	0,0		0,2	1,0
<i>SO</i>	<i>SWLL</i>	0,71	8	-0,7	-0,2	0,0	0,0	0,3	1,1
<i>WI</i>	<i>SWLL</i>		8	-0,6	-0,2	0,0		0,3	1,1
<i>SO</i>	<i>TWLM</i>	0,32	8	-0,6	-0,2	0,0	-0,1	0,2	1,2
<i>WI</i>	<i>TWLM</i>		8	-0,9	-0,1	0,1		0,2	0,7
<i>SO</i>	<i>TWLL</i>	0,51	8	-1,0	-0,2	0,0	0,0	0,2	1,5
<i>WI</i>	<i>TWLL</i>		8	-0,8	-0,1	0,0		0,2	0,8
<i>SO</i>	<i>TU</i>	0,68	8	-1,3	-0,3	0,0	0,0	0,4	2,0
<i>WI</i>	<i>TU</i>		8	-0,8	-0,2	0,0		0,2	0,9
<i>SO</i>	<i>KU</i>	0,35	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,2	0,6
<i>WI</i>	<i>KU</i>		8	-0,4	-0,1	0,0		0,1	0,6
<i>SO</i>	<i>TD</i>	0,33	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,5
<i>WI</i>	<i>TD</i>		8	-0,2	-0,1	0,0		0,0	0,2
<i>SO</i>	<i>KD</i>	0,50	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,2
<i>WI</i>	<i>KD</i>		8	-0,1	0,0	0,0		0,1	0,2

Tab 38: Vergleich der Änderungen zwischen Sommer und Winter am Vorderhuf

<i>Parameter</i>		<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum</i>	<i>unteres Quartil</i>	<i>Median</i>	<i>Differenz der Mediane</i>	<i>oberes Quartil</i>	<i>Maxi- mum</i>
<i>SO</i>	<i>VWW</i>	0,55	8	-4,9	-2,4	-1,1	-2,1	1,0	5,6
<i>WI</i>	<i>VWW</i>		8	-8,2	-0,6	1,0		2,2	10,2
<i>SO</i>	<i>SWWM</i>	0,36	8	-6,1	-1,2	0,0	0,0	2,1	6,1
<i>WI</i>	<i>SWWM</i>		8	-7,0	-1,8	0,0		1,1	6,8
<i>SO</i>	<i>SWWL</i>	0,36	8	-4,9	-1,1	0,0	0,0	1,2	10,1
<i>WI</i>	<i>SWWL</i>		8	-5,5	-0,8	0,0		1,4	5,4
<i>SO</i>	<i>TWWM</i>	0,25	8	-25,6	-2,6	-1,0	-0,2	2,6	13,4
<i>WI</i>	<i>TWWM</i>		8	-13,5	-2,4	-0,8		2,4	14,8
<i>SO</i>	<i>TWWL</i>	0,61	8	-14,5	-2,6	0,0	0,0	4,9	12,2
<i>WI</i>	<i>TWWL</i>		8	-11,8	-3,2	0,0		3,4	11,7
<i>SO</i>	<i>VWL</i>	0,40	8	-0,6	-0,2	0,0	0,0	0,2	0,9
<i>WI</i>	<i>VWL</i>		8	-0,5	-0,1	0,0		0,1	1,3
<i>SO</i>	<i>SWLM</i>	0,34	8	-0,7	-0,1	0,1	0,1	0,2	0,8
<i>WI</i>	<i>SWLM</i>		8	-0,6	-0,2	0,0		0,1	0,4
<i>SO</i>	<i>SWLL</i>	0,20	8	-1,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,6
<i>WI</i>	<i>SWLL</i>		8	-0,5	-0,2	0,0		0,2	0,8
<i>SO</i>	<i>TWLM</i>	0,68	8	-1,2	-0,2	0,0	0,0	0,1	1,0
<i>WI</i>	<i>TWLM</i>		8	-0,7	-0,1	0,0		0,2	0,4
<i>SO</i>	<i>TWLL</i>	0,26	8	-0,8	-0,2	0,0	0,0	0,1	0,9
<i>WI</i>	<i>TWLL</i>		8	-0,8	-0,1	0,0		0,1	0,4
<i>SO</i>	<i>TU</i>	0,52	8	-1,1	-0,2	0,0	0,1	0,4	1,7
<i>WI</i>	<i>TU</i>		8	-1,0	-0,3	-0,1		0,2	1,1
<i>SO</i>	<i>KU</i>	0,19	8	-1,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,8
<i>WI</i>	<i>KU</i>		8	-0,9	0,0	0,0		0,1	0,5
<i>SO</i>	<i>TD</i>	0,42	8	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
<i>WI</i>	<i>TD</i>		8	-0,2	0,0	0,0		0,0	0,2
<i>SO</i>	<i>KD</i>	0,38	8	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
<i>WI</i>	<i>KD</i>		8	-0,3	0,0	0,0		0,1	0,2

Tab 39: Vergleich der Änderungen zwischen Sommer und Winter am Hinterhuf

<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum</i>	<i>unteres Quartil</i>	<i>Median</i>	<i>Differenz der Mediane</i>	<i>oberes Quartil</i>	<i>Maxi- mum</i>
„1.“	<i>VWW</i>	0,17	8	-5,4	-1,2	0,0	-0,8	1,1	7,0
„2.“	<i>VWW</i>		8	-2,4	0,0	0,8		1,7	6,1
„1.“	<i>SWWM</i>	0,09	8	-15,8	-1,5	0,0	2,0	2,0	13,4
„2.“	<i>SWWM</i>		8	-9,3	-3,3	-2,0		0,0	8,5
„1.“	<i>SWWL</i>	0,14	8	-9,0	-1,2	0,0	0,0	2,2	7,5
„2.“	<i>SWWL</i>		8	-4,2	-1,1	0,0		1,7	5,0
„1.“	<i>TWWM</i>	0,60	8	-10,1	-3,4	-1,1	-0,3	1,2	11,7
„2.“	<i>TWWM</i>		8	-6,1	-1,7	-0,8		0,8	8,5
„1.“	<i>TWWL</i>	0,75	8	-10,1	-3,4	-0,4	-0,4	2,3	11,0
„2.“	<i>TWWL</i>		8	-11,0	-1,9	0,0		1,2	12,2
„1.“	<i>VWL</i>	0,17	8	-1,0	-0,1	0,0	0,0	0,2	1,4
„2.“	<i>VWL</i>		8	-1,1	-0,1	0,0		0,2	0,7
„1.“	<i>SWLM</i>	0,51	8	-0,4	-0,2	0,0	0,0	0,3	1,0
„2.“	<i>SWLM</i>		8	-0,9	-0,3	0,0		0,1	1,0
„1.“	<i>SWLL</i>	0,85	8	-0,7	-0,2	0,0	-0,1	0,3	1,1
„2.“	<i>SWLL</i>		8	-0,6	-0,2	0,1		0,2	1,1
„1.“	<i>TWLM</i>	0,07	8	-0,9	-0,1	0,1	0,1	0,3	1,2
„2.“	<i>TWLM</i>		8	-0,6	-0,2	0,0		0,1	0,5
„1.“	<i>TWLL</i>	0,08	8	-1,0	-0,1	0,0	0,0	0,2	1,5
„2.“	<i>TWLL</i>		8	-0,8	-0,2	0,0		0,2	0,4
„1.“	<i>TU</i>	0,38	8	-1,0	-0,2	0,0	0,0	0,3	2,0
„2.“	<i>TU</i>		8	-1,3	-0,2	0,0		0,2	0,8
„1.“	<i>KU</i>	0,47	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,6
„2.“	<i>KU</i>		8	-0,4	-0,1	0,0		0,1	0,6
„1.“	<i>TD</i>	0,70	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,4
„2.“	<i>TD</i>		8	-0,2	0,0	0,0		0,1	0,5
„1.“	<i>KD</i>	0,17	8	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
„2.“	<i>KD</i>		8	-0,4	-0,1	0,0		0,0	0,2

Tab 40: Vergleich der Änderungen zwischen 1. Intervall und 2. Intervall am Vorderhuf



<i>Parameter</i>		<i>p</i>	<i>N</i>	<i>Mini- mum</i>	<i>unteres Quartil</i>	<i>Median</i>	<i>Differenz der Mediane</i>	<i>oberes Quartil</i>	<i>Maxi- mum</i>
„1.“	<i>VWW</i>	0,62	8	-8,2	-2,2	0,0	-0,4	1,7	10,2
„2.“	<i>VWW</i>		8	-3,7	-1,1	0,4		1,2	4,2
„1.“	<i>SWWM</i>	0,11	8	-7,0	-1,3	0,0	0,3	1,8	6,8
„2.“	<i>SWWM</i>		8	-6,1	-2,4	-0,3		0,8	6,1
„1.“	<i>SWWL</i>	0,13	8	-3,4	-1,0	0,0	0,0	1,2	10,1
„2.“	<i>SWWL</i>		8	-5,5	-2,3	0,0		1,6	4,0
„1.“	<i>TWWM</i>	0,52	8	-13,5	-2,6	-0,4	1,2	2,7	14,8
„2.“	<i>TWWM</i>		8	-25,6	-2,5	-1,6		2,3	12,2
„1.“	<i>TWWL</i>	0,20	8	-14,5	-3,2	1,1	2,0	6,7	11,7
„2.“	<i>TWWL</i>		8	-10,0	-2,5	-0,9		1,5	12,2
„1.“	<i>VWL</i>	0,10	8	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,2	1,3
„2.“	<i>VWL</i>		8	-0,6	-0,2	0,0		0,1	0,3
„1.“	<i>SWLM</i>	0,83	8	-0,7	-0,2	0,0	0,0	0,2	0,4
„2.“	<i>SWLM</i>		8	-0,5	-0,2	0,0		0,2	0,5
„1.“	<i>SWLL</i>	0,62	8	-1,1	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,6
„2.“	<i>SWLL</i>		8	-0,9	-0,3	-0,1		0,2	0,8
„1.“	<i>TWLM</i>	0,81	8	-1,1	-0,2	0,0	0,0	0,1	1,0
„2.“	<i>TWLM</i>		8	-1,2	-0,2	0,0		0,1	0,9
„1.“	<i>TWLL</i>	0,62	8	-0,8	-0,2	0,0	0,0	0,1	0,9
„2.“	<i>TWLL</i>		8	-0,5	-0,1	0,0		0,2	0,3
„1.“	<i>TU</i>	0,23	8	-1,1	-0,3	0,0	0,1	0,3	1,7
„2.“	<i>TU</i>		8	-1,0	-0,3	-0,1		0,2	1,6
„1.“	<i>KU</i>	0,31	8	-1,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,5
„2.“	<i>KU</i>		8	-0,2	0,0	0,0		0,1	0,8
„1.“	<i>TD</i>	0,27	8	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
„2.“	<i>TD</i>		8	-0,1	0,0	0,0		0,1	0,2
„1.“	<i>KD</i>	0,50	8	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
„2.“	<i>KD</i>		8	-0,1	0,0	0,0		0,1	0,4

Tab 41: Vergleich der Änderungen zwischen 1. Intervall und 2. Intervall am Hinterhuf

<i>Parameter</i>		<i>Europ. Hausesel (eigene Ergebnisse)</i>	<i>Shetland- pony (HERZBERG 1996)</i>	<i>Deutsches Reitpferd (SCHREYER 1997)</i>
<i>VWW</i>	<i>VH</i>	59°	60,0°	51,7°
<i>VWW</i>	<i>HH</i>	57°	57,0°	53,7°
<i>SWWM</i>	<i>VH</i>	89°	75,5°	75,1°
<i>SWWM</i>	<i>HH</i>	90°	75,5°	75,4°
<i>SWWL</i>	<i>VH</i>	97°	79,0°	69,6°
<i>SWWL</i>	<i>HH</i>	94°	79,0°	71,7°
<i>TWWM</i>	<i>VH</i>	126°	-	-
<i>TWWM</i>	<i>HH</i>	130°	-	-
<i>TWWL</i>	<i>VH</i>	123°	-	-
<i>TWWL</i>	<i>HH</i>	126°	-	-
<i>VWL</i>	<i>VH</i>	6,8 cm	5,7 cm	11,0 cm
<i>VWL</i>	<i>HH</i>	7,0 cm	5,7 cm	11,1 cm
<i>SWLM</i>	<i>VH</i>	5,5 cm	4,9 cm	9,5 cm
<i>SWLM</i>	<i>HH</i>	5,1 cm	4,7 cm	9,1 cm
<i>SWLL</i>	<i>VH</i>	5,5 cm	4,9 cm	9,4 cm
<i>SWLL</i>	<i>HH</i>	5,0 cm	4,7 cm	9,0 cm
<i>TWLM</i>	<i>VH</i>	3,7 cm	3,7 cm	5,8 cm
<i>TWLM</i>	<i>HH</i>	3,3 cm	3,2 cm	5,0 cm
<i>TWLL</i>	<i>VH</i>	3,6 cm	3,7 cm	5,8 cm
<i>TWLL</i>	<i>HH</i>	3,1 cm	3,2 cm	5,0 cm
<i>TU</i>	<i>VH</i>	26,5 cm	29,0 cm	44,7 cm
<i>TU</i>	<i>HH</i>	25,2 cm	29,0 cm	43,7 cm
<i>KU</i>	<i>VH</i>	23,9 cm	26,5 cm	38,2 cm
<i>KU</i>	<i>HH</i>	23,1 cm	26,5 cm	38,3 cm
<i>TD</i>	<i>VH</i>	6,5 cm	9,0 cm	13,1 cm
<i>TD</i>	<i>HH</i>	5,8 cm	8,0 cm	12,2 cm
<i>KD</i>	<i>VH</i>	6,3 cm	7,5 cm	11,2 cm
<i>KD</i>	<i>HH</i>	6,0 cm	7,25 cm	10,8 cm

Tab 42: Hufmaße an Vorder- und Hinterhufen- Eigene Ergebnisse beim Europäischen Hausesel vergleichend mit Shetlandpony und Deutschem Reitpferd

---

## **Danksagung**

Herrn Dozent Dr. med. vet. habil. G. Prietz danke ich für die Vergabe dieses interessanten Themas, für die wertvollen Ratschläge und die stets gewährte Unterstützung.

Bedanken möchte ich mich auch beim Bergzoo Halle in Halle/Saale, der die Durchführung der Hufuntersuchungen an den dort untergebrachten Eseln ermöglicht hat.

---